caram-se sucessivamente três regimes diferentes de exploração das albufeiras da rede primária (até Agosto), no verão de 1952, com vista ao melhor aproveitamento energético que as circunstâncias permitiam obter. Estes regimes de exploração corresponderam a esvaziamentos diferentes nas duas albufeiras (possíveis por a Comissão Directiva ter fixado uma curva de segurança única para o conjunto da rede primária como se referiu em *b*) e verificaram-se sucessivamente nos três períodos a seguir referidos.

(2) De início, como se verificava 100 % de enchimento em ambas as albufeiras e continuava diàriamente a existir, no conjunto, energia afluente superior à produção, procurou-se prolongar o mais possível a situação de pleno enchimento, ajustando diàriamente as produções de ambas as centrais, embora sempre com diagramas de carga de bom rendimento. A situação de pleno enchimento das albufeiras da rede primária manteve-se assim de 14 de Maio a 3 de Junho, data a partir da qual começou a diminuir sensìvelmente a energia afluente, terminando o primeiro período de exploração.

(3) Seguidamente procurou-se, enquanto eram apreciáveis os caudais afluentes a Castelo do Bode (o que se verifica em geral até meados de Julho), manter a cota da água o mais elevada possível em Castelo do Bode, visto se tratar, como já se referiu, duma central de pé de barragem, para assim se aproveitarem melhor os caudais afluentes. Interessava, pois, obter de Vila Nova a maior produção possível, mas, devido a estarem ainda instalados na central apenas 2 dos 3 grupos, não havia em Vila Nova potência suficiente e tornou-se necessário o funcionamento da central de Castelo do Bode com produção diária sensìvelmente superior à energia afluente. Procurou-se sempre, porém, que o abaixamento da cota em Castelo do Bode fosse o menor possível; assim se conseguiu que, de 3 de Junho a 8 de Julho, enquanto em Vila Nova a cota da água desceu de 5,3 metros (22 % de enchimento em energia ou seja 18×10^6 kWh), a descida em Castelo do Bode foi apenas de 1,5 metros (6 % de enchimento em energia ou seja 9×10^6 kWh). Procurou-se igualmente, neste regime, que os diagramas de carga estabelecidos correspondessem sempre a bom rendimento energético, tendo em especial atenção o caso de Castelo do Bode onde ele é sensìvelmente variável com a carga.

A data referida de 8 de Julho, que correspondeu pràticamente ao fim deste segundo regime de exploração, não foi fixada por se considerar terminado o período em que este regime teria interesse; talvez interessasse, sob este aspecto, prolongá-lo um pouco mais, mas tornava-se necessário efectuar trabalhos de revisão sucessivamente em cada um dos grupos de Vila Nova, o que convinha ser feito antes das maiores cargas dos meses de franca estiagem; não houve, todavia, prejuízo dos resultados de exploração obtidos por já estar a terminar o período de valor apreciável da energia afluente, passando a funcionar, durante cerca de duas semanas, apenas um grupo em Vila Nova e a serem mais elevadas as produções diárias de Castelo do Bode.

(4) Seguiu-se, depois, o terceiro período, o de pleno esvaziamento das albufeiras, que deveria durar até o fim da estiagem e no qual se procurou, aproveitando a circunstância de só estar fixada a curva de segurança do conjunto, realizar o esvaziamento com diagramas de carga aproximados aos diagramas óptimos de conjugação, estudados como se referirá em 4.3., procurando atingir assim as condições de máximo rendimento, sempre sem prejuízo dos critérios de segurança devidamente considerados nos diagramas, no que se refere à reserva em marcha, tida em atenção na escolha das combinações de grupos, próximas das mais económicas para uma dada zona de carga.

Foi possível, até à data do presente trabalho, manter em vigor os diagramas de repartição de cargas de máximo rendimento entre Castelo do Bode e Vila Nova (sucessivamente ajustados em face da descida das

cotas de água nas albufeiras) visto as produções diárias estarem (em parte ocasionalmente pela forma do diagrama e pelas condições de fornecimento) bem proporcionadas relativamente à energia disponível em cada uma das albufeiras, tendo em conta os valores mínimos fixados para os meses seguintes; quer dizer, não houve, até agora, necessidade de correcções que prejudicassem as características de máximo rendimento dos diagramas-tipo estabelecido.

(5) Parece deverem considerar-se francamente bons os resultados de exploração do esvaziamento das albufeiras da rede primária na estiagem de 1952. Não é, porém, fácil avaliá-los quantitativamente de forma exacta, nas condições actuais, se bem que seja, em princípio, possível fazer ideia da melhoria de rendimento introduzida pela conjugação, por meio de ambos os seguintes métodos:

(*a*) comparação da energia afluente mensal, medida ou calculada, com a «energia resultante do movimento das albufeiras», isto é, com a diferença entre a produção mensal e a variação do armazenamento, às cotas inicial e final do mês, indicadas pelas curvas de energia armazenada existentes, estabelecidas a partir dos elementos dos construtores e dos rendimentos energéticos admitidos;

(*b*) comparação dos rendimentos teóricos dos diagramas-tipo estabelecidos a partir do estudo da conjugação (como se verá em 4.3.) com os de outros diagramas que, para as mesmas cargas, poderiam ser considerados, à primeira vista, normais, se não se tivessem em conta as possibilidades de conjugação e as conclusões do referido estudo.

Como se referiu anteriormente em b)—(5) neste capítulo, uma das razões de a curva real de esvaziamento se ter mantido, até fim de Agosto (não obstante os consumos não permanentes), acima da «curva de garantia» estabelecida, foi terem-se verificado, para as albufeiras, valores da energia calculada como resultante da produção e da variação, segundo as curvas existentes, da energia armazenada (a qual aqui se designa por «energia resultante do movimento das albufeiras») que foram superiores aos valores da energia afluente prevista no estudo de esvaziamento (a de «ano médio tipo»); deve dizer-se, porém, desde já, para boa compreensão do seguimento, que o valor da previsão está de acordo com a energia afluente, medida ou calculada, como é aliás natural por nada justificar neste ano valores de caudais muito superiores aos admitidos. Verifica-se também que as importantes diferenças verificadas, no conjunto das duas albufeiras, são pràticamente iguais às notadas no caso de Castelo do Bode, como se vai apresentar.

Energia afluente prevista (a de «ano médio tipo»):

	Junho	Julho	Agosto
Castelo do Bode	$15{,}1\times10^6$ kWh (28 m^3/seg)	$4{,}8\times10^6$ kWh (9 m^3/seg)	$2{,}0\times10^6$ kWh (4 m^3/seg)
Venda Nova	$8{,}8\times10^6$ kWh (3,7 m^3/seg)	$2{,}7\times10^6$ kWh (1,1 m^3/seg)	$1{,}2\times10^6$ kWh (0,5 m^3/seg)
No conjunto	$23{,}9\times10^6$ kWh	$7{,}5\times10^6$ kWh	$3{,}2\times10^6$ kWh

«Energia resultante do movimento das albufeiras» (determinada como se referiu anteriormente):

	Junho	Julho	Agoslo
Castelo do Bode	$14{,}8\times10^6$ kWh	$11{,}4\times10^6$ kWh	$8{,}2\times10^6$ kWh
Venda Nova	$7{,}1\times10^6$ kWh	$2{,}7\times10^6$ kWh	$1{,}5\times10^6$ kWh
No conjunto	$21{,}9\times10^6$ kWh	$14{,}1\times10^6$ kWh	$9{,}7\times10^6$ kWh

Pondo de parte o mês de Junho, em que os valores normalmente ainda apreciáveis dos caudais justificam, por si só, diferenças num sentido ou noutro, encontram-se nos meses de Julho e de Agosto, e no caso de Castelo do Bode, diferenças apreciáveis entre a energia afluente de «ano médio tipo»

e a «energia resultante do movimento das albufeiras» (diferença entre a produção e a variação de energia armazenada, segundo as curvas existentes, como se referiu). Não há, para o caso de Venda Nova, quaisquer diferenças apreciáveis, o que, relativamente às diferenças em Castelo do Bode, se pode compreender (mais completamente depois das considerações seguintes) como consequência de o rendimento energético daquela depender muito pouco das hipóteses feitas, devido às características do aproveitamento.

São os seguintes os valores dos caudais afluentes médios mensais, em Castelo do Bode, e das correspondentes energias afluentes, obtidos a partir dos caudais calculados, de forma tanto quanto possível rigorosa (referindo-se em geral ao período de uma semana), pelos Serviços da H. E. Z.:

Julho — 13,1 m^3/seg ($7{,}0 \times 10^6$ kWh)

Agosto — 6,9 m^3/seg ($3{,}4 \times 10^6$ kWh)

Pode fazer-se a comparação destes valores com os resultantes das médias mensais dos caudais diàriamente medidos no Cabril (médias que têm suficiente significado, atendendo a que se trata do período de estiagem, em que se nota ser pequena a variação, de dia para dia, dos valores medidos); as médias dos caudais diários medidos no Cabril são, respectivamente, 9,7 m^3/seg e 5,3 m^3/seg e os valores resultantes em Castelo do Bode, considerando o coeficiente de repercussão de 1,3 normalmente admitido, são os seguintes:

Julho — 12,6 m^3/seg ($6{,}7 \times 10^6$ kWh)

Agosto — 6,9 m^3/seg ($3{,}4 \times 10^6$ kWh)

Podem considerar-se, em face dos valores apresentados, os caudais afluentes médios mensais de 13 e de 7 m^3/seg, (6,9 e $3{,}4 \times 10^6$ kWh), em Julho e Agosto respectivamente, em Castelo do Bode.

Considerando os valores da energia afluente correspondentes aos últimos caudais indicados, verificam-se apreciáveis diferenças em relação à «energia resultante do movimento das albufeiras» que, como se referiu no quadro anterior, são os seguintes:

Em Julho:

$11{,}4 \times 10^6$ kWh [1] [$37{,}4 \times 10^6$ kWh (produção mensal) — $26{,}0 \times 10^6$ kWh (diferença dos valores da energia armazenada, no início e no fim do mês, segundo as curvas existentes).]

Em Agosto:

$8{,}2 \times 10^6$ kWh [1] [$40{,}9 \times 10^6$ kWh (produção mensal) — $32{,}7 \times 10^6$ kWh (diferença dos valores da energia armazenada, no início e no fim do mês, segundo as curvas existentes).]

Verifica-se assim, no conjunto dos dois meses, uma maior valia de $9{,}3 \times 10^6$ kWh em relação à diferença total de armazenamento ($58{,}7 \times 10^6$ kWh), segundo as indicações das curvas de energia armazenada na albufeira que existem, isto é, + 16 %; por outras palavras, a água armazenada entre as cotas inicial de Julho e final de Agosto *rendeu* em energia 16 % a mais, em relação às curvas de energia armazenada existentes.

Deve desde já dizer-se que não se pretende concluir que a maior valia de 16 % seja

---

(1) A título elucidativo, regista-se que, se estes valores da «energia resultante» representassem, no total, o que não é possível, energia afluente, os caudais correspondentes seriam 21,4 m^3/seg e 16,8 m^3/seg, respectivamente em Julho e Agosto. Ora, no período de 29 anos de valores conhecidos (alguns porventura medidos em condições diferentes, é certo): o maior caudal em Agosto é de 10 m^3/seg, no ano anormal extremamente húmido de 1935-36 em que o caudal integral anual é o maior conhecido, o triplo do de ano médio; em Julho, verificou-se um valor de 23, um de 19 e dois de 18 m^3/seg. Na última década, porém, os maiores caudais são: em Julho, um de 13 e dois de 9 m^3/seg e, em Agosto, um de 6 m^3/seg.

Verifica-se assim que os caudais afluentes reais em Julho e Agosto de 1952 devem aproximar-se dos valores admitidos (13 e 7 m^3/seg, respectivamente).

toda ela resultante do bom rendimento da exploração de Castelo do Bode na estiagem; não se pretende isso, não pròpriamente porque seja difícil obter essa melhoria de rendimento em Castelo do Bode (as condições de carga influem de tal modo que é fácil uma variação desta ordem, consoante o funcionamento se verifica numa zona de bom ou de mau rendimento), mas sim porque os valores do rendimento admitidos nas curvas de armazenamento já são elevados, se bem que *inferiores* (para as quedas consideradas) aos dos diagramas-tipo de máximo rendimento estudados como se verá em 4.3. A diferença de 16 % resultará, em grande parte, certamente, da forma como foram estabelecidas as curvas de armazenamento, podendo influir: um maior volume real da albufeira entre cotas determinadas; certa prudência, absolutamente justificada nos cálculos iniciais, em relação aos valores dos construtores ou a outras hipóteses admitidas; não consideração do efeito da conjugação com outras albufeiras permitida pela franca interligação geral existente. Não se possuem todavia elementos para, dentro deste método de comparação, referido em (a) no início desta secção (5), passar duma apreciação qualitativa a uma avaliação quantitativa sobre o efeito da conjugação de Castelo do Bode e Vila Nova.

Prefere-se, para esta avaliação quantitativa, considerar o método referido em (b) no início desta secção (5), isto é, comparar os diagramas-tipo de máximo rendimento e outros diagramas que seriam normais se não se tivesse em conta a plena conjugação. Como se referirá em 4.3., as condições de máximo rendimento no conjunto de Castelo do Bode e de Vila Nova correspondem *quase* às condições de carga de máximo rendimento em Castelo do Bode, sem prejuízo das de Vila Nova, isto é, os dois aproveitamentos, pelas suas características diferentes, apresentam-se com especial interesse para a conjugação; assim, é possível escolher as cargas de maior rendimento em Castelo do Bode e as suas condições de mais económico funcionamento a carga constante, atribuindo a regulação da frequência, sem prejuízo, à central de Vila Nova, obtendo-se uma melhoria do rendimento do conjunto. Comparando um diagrama-tipo de máximo rendimento, que tenha em conta a conjugação, com um diagrama normal de Castelo do Bode, bem estabelecido mas que não atenda à possibilidade de considerar o conjunto como uma exploração única (por exemplo: se não existisse a linha Zêzere-Porto; se estivessem fixadas as redes a abastecer por cada uma das centrais ou as suas produções diárias, embora com interligação), encontra-se fàcilmente um aumento médio de rendimento da ordem de *10 % da produção de Castelo do Bode*. Pode, assim, considerar-se ser medido por este valor o mínimo do efeito da plena conjugação entre Castelo do Bode e Vila Nova que as circunstâncias tornaram possível na estiagem de 1952.

4.3. — *Diagramas de máximo rendimento na conjugação das centrais de Castelo do Bode e de Vila Nova*

a) — *Considerações prévias e bases do estudo*

(1) Apresentam-se neste capítulo alguns aspectos do estudo realizado nos Serviços do R. N. C., com vista à determinação dos diagramas de repartição de cargas de máximo rendimento entre as centrais da rede primária, e a cuja aplicação no esvaziamento da estiagem de 1952 já se fez referência em 4.2. Compreende-se assim bem, depois das referências feitas, que as condições de óptimo rendimento determinadas sirvam para:

a) em períodos de pleno esvaziamento, determinar, por sua completa aplicação, os diagramas de carga mais convenientes;

b) noutros períodos do ano (em que prevaleça a repartição das energias, pelas condições das reservas nas albufeiras ou para melhor aproveitamento dos caudais afluentes), repartir as potências no decorrer do dia, para um determinado valor da energia correspondente ao diagrama.

(2) Como base deste estudo, tomaram-se as curvas de perdas globais de cada grupo (conduta, turbina, alternador e transformador) da central de Castelo do Bode e as correspondentes da central de Vila Nova, em função das potências úteis, construídas, com algumas simplificações, a partir dos elementos fornecidos ao R. N. C. pela H. E. Z. e pela HICA, respectivamente; na fig. 14 apresentam-se, a título de exemplo, curvas de perdas para alguns valores das quedas.

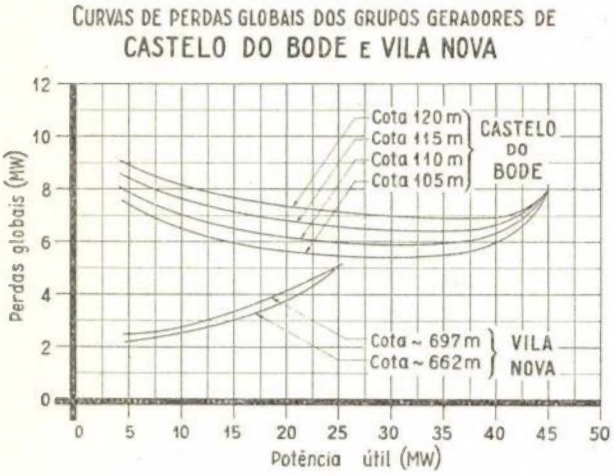


Fig. 14

A partir do estabelecimento das referidas curvas de perdas, procurou-se determinar a condição geral de perdas mínimas (isto é, de rendimento máximo), no conjunto da exploração das duas centrais, nas seguintes hipóteses de simplificação:

a) não se considerou o efeito, na condição geral, das perdas nas linhas de transporte Cávado-Porto e Zêzere-Porto; no entanto, é fácil verificar que não interessa fazer intervir, em geral, estas perdas, porque a sua variação é sempre pequena relativamente às variações possíveis nas centrais, e é sempre fácil tê-las em consideração em casos especiais sem as ter feito intervir na condição geral de perdas mínimas que manterá assim um carácter simples;

b) no caso dos grupos da central de Vila Nova, não se teve em conta, para cada grupo, o seu funcionamento isolado ou em paralelo com mais um ou dois grupos, o que, no último caso, aumenta sensìvelmente as perdas de carga na conduta única; manteve-se, porém, o carácter simples da condição geral de perdas mínimas por se verificar não ter influência nos casos que interessam em relação à conjugação com Castelo do Bode.

A condição geral de perdas globais mínimas (isto é, de rendimento máximo no conjunto), nas referidas hipóteses simplificadas, foi deduzida analìticamente, podendo enunciar-se da forma seguinte o resultado obtido [1]:

---

[1] A dedução analítica deste resultado pode fazer-se de forma simples que não interessa aqui pormenorizar, resumindo-se apenas:

(*a*) Designações

— em Castelo do Bode

m — número de grupos em serviço (m int.° $\leqslant 3$)

p_a — perdas globais de 1 grupo de Castelo do Bode fornecendo, num dado instante, a potência P_x

— em Vila Nova:

n — número de grupos em serviço (n int.° $\leqslant 3$)

p_b — perdas globais de 1 grupo de Vila Nova fornecendo, num dado instante a potência Py

— no conjunto:

P — potência total pedida pela rede, isto é, a potência fornecida pelo conjunto das 2 centrais em paralelo

p — perdas totais para a carga P e para a combinação de grupos em serviço

(*b*) Natureza do problema: determinação dos mínimos, condicionados, da função de 2 variáveis

$$p = m\,p_a + n\,p_b \qquad \text{(I)}\ ;$$

sendo as equações das curvas de perdas globais

$$\begin{cases} p_a = f(P_x) \\ p_b = \varphi(P_y) \end{cases} \qquad \text{(II)}$$

(*c*) Equação de condição

$$m\,P_x + n\,P_y = P \quad \text{(III)}$$

(*d*) Condição de estacionaridade ($dp = 0$):

$$dp = m dp_a + n dp_b = m\frac{dp_a}{dP_x}dP_x + n\frac{dp_b}{dP_y}dP_y = 0 \text{(IV)}$$

De (III) — P é parâmetro — vem

$$m\,dP_x = -n\,dP_y \quad \text{(V)}$$

«Tendo as curvas de perdas (globais) dos grupos em paralelo a concavidade voltada no sentido das perdas crescentes, a repartição de potências, correspondente a um mínimo de perdas totais, é aquela em que as primeiras derivadas das curvas de perdas são iguais (isto é, em que as tangentes às curvas de perdas são paralelas)».

Como se verifica na fig. 14, as curvas de perdas globais dos grupos de Castelo do Bode e de Vila Nova, nas hipóteses feitas, têm a concavidade voltada no sentido das perdas crescentes, pelo que a condição de mínimo de perdas é sempre determinada de acordo com a lei enunciada, isto é, pela igualdade das primeiras derivadas, para o que, no estudo realizado nos Serviços do R. N. C., se concretizaram com facilidade os elementos necessários à comparação, obtendo gràficamente as curvas derivadas das curvas de perdas globais.

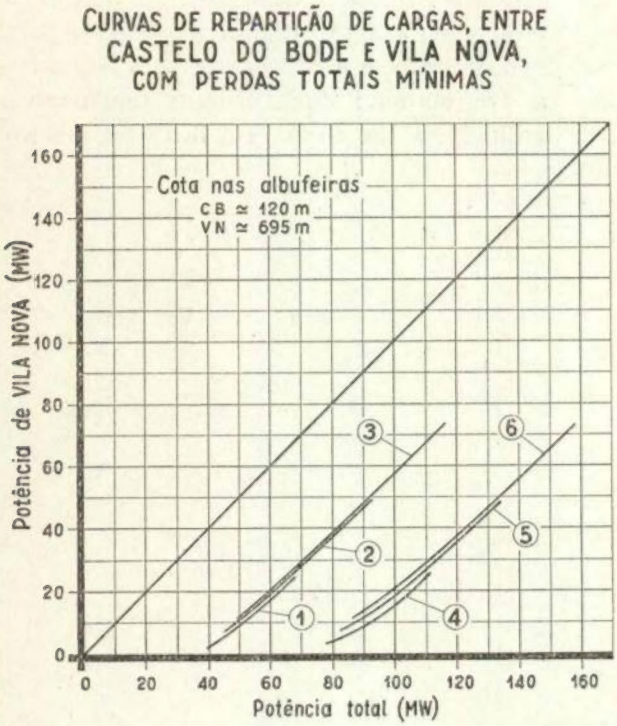


Fig. 15

N.º da curva	Grupos em serviço	
	C. do Bode	Vila Nova
1	1	1
2	1	2
3	1	3
4	2	1
5	2	2
6	2	3

(3) A partir das referidas curvas derivadas, construiram-se (para as quedas consideradas nas curvas de perdas) «curvas de repartição de cargas com perdas totais mínimas» para as diversas combinações possíveis de grupos em serviço; a título de exemplo se apresenta a fig. 15, em que só interessou considerar, na época do estudo, dois grupos, os então disponíveis, em Castelo do Bode. Nestas curvas, entrando em abscissas com o valor da potência total a repartir pelas duas centrais, obtém-se em ordenadas o valor da potência de Vila Nova que satisfaz à condição de perdas totais mínimas; a de Castelo do Bode é dada pelo segmento da ordenada entre a curva e a bissectriz do quadrante (visto que se toma-

---

De (V) em (IV), vem

$$\frac{dp_a}{dP_x} = \frac{dp_b}{dP_y}$$

(*e*) Condição de mínimo ($d^2 p > 0$) :

Deduz-se, com facilidade, esta condição verificar-se *sempre* se $\frac{d^2 p_a}{dP_x{}^2}, \frac{d^2 p_b}{dP_y{}^2} > 0$ (ambas as curvas de perdas com concavidade no sentido das perdas crescentes); se as curvas de perdas tivessem concavidades em sentido contrário, uma à outra, determinar-se-ia o sinal do binómio

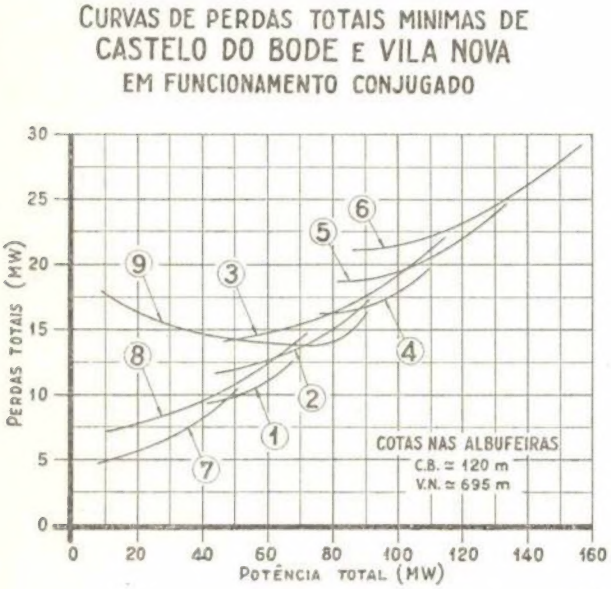
$$\left(\frac{d^2 p^a}{dP_x{}^2} + \frac{m}{n}\,\frac{d^2 p_b}{dP_y{}^2}\right).$$

ram escalas iguais em abscissas e em ordenadas).

Conhecidas as curvas de perdas globais dos grupos e as curvas de repartição de cargas com perdas totais mínimas, foi possível construir as «curvas de perdas totais mínimas das centrais em funcionamento conjugado» que, também a título de exemplo, se apresentam na fig. 16; estas curvas permitem determinar, para cada valor da potência total, qual a combinação de grupos mais económica, constituindo assim a base do estabelecimento dos diagramas de repartição de cargas entre Castelo de Bode e Vila Nova, de máximo rendimento.

em serviço; para as cotas de água da ordem das verificadas no início do período de pleno esvaziamento (120 m em Castelo do Bode e 695 m em Venda Nova), o valor da potência conveniente por grupo de Castelo do Bode é de cerca de 40 MW, para valores da potência por grupo de Vila Nova variáveis entre cerca de 5 e 25 MW.

Esta conclusão permite afirmar ser mais económico o regime em que a central de Castelo do Bode faz um diagrama de base, com carga fixa, escolhida nas de melhor rendimento, e a central de Vila Nova regula a frequência; estão assim justificadas as considerações feitas em 3.5.5. sobre a con-



N.º da curva	Grupos em serviço	
	C. do Bode	Vila Nova
1	1	1
2	1	2
3	1	3
4	2	1
5	2	2
6	2	3
7	0	2
8	0	3
9	2	0

Fig. 16

b) — *Princípios de máximo rendimento no funcionamento conjugado das centrais da rede primária*

(1) A análise das curvas construídas permite destacar alguns princípios do funcionamento conjugado, com máximo rendimento, das centrais de Castelo do Bode e de Vila Nova.

(2) Em primeiro lugar, verifica-se que a repartição de cargas mais económica corresponde, sobretudo com as quedas maiores, a uma potência pràticamente constante e elevada em cada grupo de Castelo do Bode

veniência da atribuição normal do encargo de regular a frequência à central de Vila Nova, o que foi aplicado, com os bons resultados referidos em 4.2., na estiagem de 1952.

(3) Em segundo lugar, verifica-se que as combinações de grupos com 3 em Vila Nova e 0 ou 1 em Castelo do Bode não são as mais económicas nas zonas de potência respectivas; esta consideração, juntamente com a conclusão referida em (2), permite observar que não são económicos os diagramas de repartição de cargas com elevadas produções de Vila Nova, quer em relação a

cargas totais elevadas (3 grupos em serviço), quer em relação a cargas elevadas por grupo.

Efectivamente, para o segundo caso, só conviria haver cargas elevadas próximas das máximas, nos grupos em serviço em Vila Nova, se a carga total fosse tal que os grupos em serviço em Castelo do Bode estivessem também com cargas elevadas, próximas das máximas; mas é claro que esta hipótese (raramente permitida, aliás, pela carga total) é puramente teórica, porque, na prática, tem de se atender sempre, além da margem indispensável à regulação da frequência, a razões de segurança, que obrigam a dispor de certa reserva em marcha, e, portanto, resulta necessàriamente não serem económicas, para o conjunto, cargas elevadas nos grupos em serviço em Vila Nova.

(4) Torna-se indispensável ajustar, no decorrer da estiagem, os diagramas de repartição de cargas, sempre em aplicação dos princípios de máximo rendimento da conjugação (à medida que se vai verificando a descida das cotas de água nas albufeiras de Castelo do Bode e de Venda Nova), porque essas cargas óptimas são sensìvelmente dependentes da queda (sobretudo naquela albufeira), assim como as curvas de perdas globais dos grupos, de que foram deduzidas; tem sido considerado suficiente fazer os referidos ajustamentos, para valores de variação da cota da água de 5 em 5 metros.

c) — *Diagramas-tipo de pleno esvaziamento*

(1) Com base nas curvas e nos princípios anteriores apresentados, foram estudados os diagramas-tipo de pleno esvaziamento das albufeiras, para funcionamento conjugado das centrais de Castelo do Bode e de Vila Nova.

Os diagramas totais de produção foram previstos a partir dos diagramas de consumo da rede primária, verificados na primeira quinzena de Julho, tidas em conta as prováveis modificações conhecidas, e acrescidos das perdas na rede de transporte. Tomaram-se (para dia útil, sábado e domingo) os diagramas de maiores cargas, no período referido, dos dias respectivos, como medida de segurança, não se esquecendo, porém, no estudo da repartição das cargas, terem sido as previsões, em tendência, feitas por excesso.

Apresentam-se, nas figuras 17 e 18, a título de exemplo, diagramas-tipo, de dia útil, de dois regimes diferentes: «diagrama-tipo A, de pleno esvaziamento», correspondente à situação normal de plena disponibilidade dos grupos, em que mais interessa pois a aplicação integral dos critérios de máximo rendimento, por ser o de maior duração provável; «diagrama-tipo B, de pleno esvaziamento», correspondente à prevista hipótese de uma semana de ensaios em 2 grupos de Castelo do Bode (depois do 3.º grupo ficar disponível), durante a qual se disporia assim apenas de 1 grupo nesta central.

(2) Acerca do «diagrama-tipo A, de pleno esvaziamento» (fig. 17) interessa fazer as considerações seguintes:

(*a*) Como critério de reserva em marcha (reserva activa girante) do qual depende, em acréscimo à carga, o total da potência nominal em serviço, em cada instante, mantém-se uma potência mínima de 30 MW, pelas razões referidas em 3.5.7; este critério, em valor absoluto pouco exigente, tem-se todavia revelado suficiente em todos os casos, como se disse, e tem, relativamente, em conta as causas mais frequentes de disparos verificadas. Consideram-se admissíveis, para o regime transitório de alguns minutos subsequente a um eventual disparo, potências aparentes, por grupo de Castelo do Bode e de Vila Nova, ligeiramente superiores às máximas nominais; como factores de potência, haviam sido admitidos valores reais de acordo com as potências reactivas fornecidas pelas duas centrais na 4.ª feira imediatamente anterior, às 4 h., às 11 h. e às 19 h., horas características a que são fornecidos esses valores pelas

centrais, nos «elementos informativos diários» do R. N. C., como oportunamente se referiu.

(*b*) As diversas combinações de grupos em serviço estabelecidas têm em conta o critério de reserva em marcha adoptado e foram escolhidas a partir das referidas «curvas de perdas totais mínimas das centrais em funcionamento conjugado» de acordo com a maior economia possível.

(*c*) Segundo o princípio atrás estabelecido, a central de Castelo do Bode faz um diagrama de base fixo e a central de Vila Nova regula a frequência.

(*d*) A repartição de cargas foi feita procurando utilizar os valores de máximo rendimento, consoante as combinações de grupos em serviço. Assim a central de Castelo do Bode tem potências máximas normais de 40 MW por grupo; apenas em alguns períodos se tomaram valores mais baixos, de cerca de 35 MW, a fim de evitar que a central de Vila Nova pudesse vir a ter cargas excessivamente baixas, dificultando a regulação da frequência, no caso de a carga real vir a ser sensìvelmente inferior à prevista (atendendo, como se disse, a que a previsão foi feita por excesso); mas, se a redução não viesse a justificar-se, far-se-ia a alteração do diagrama, nos períodos em que interessasse, dentro da coordenação diária realizada pelos Serviços do R. N. C.

(*e*) A central de Vila Nova tem por este diagrama-tipo, além do encargo de regular a frequência, a função, que pelas suas características lhe compete, de fazer um serviço de ponta, por várias ligações e desligações de grupos no decorrer do dia, como convém ao aproveitamento das disponibilidades energéticas do conjunto.

(*f*) Fez-se, para o diagrama-tipo A de dia útil, um cálculo aproximado do rendimento em energia do conjunto das duas centrais, a partir das perdas calculadas (pelas respectivas curvas referidas) para as cargas de meia em meia hora, para cada central, tendo-se obtido o valor resultante de 83,8 % (84,4 % em Castelo do Bode e 82,5 % em Vila Nova). Este valor é bastante elevado, o que melhor sobressai do seu confronto com o máximo rendimento conjunto *possível*, relativamente ao mesmo diagrama total, determinado a partir das «curvas de perdas totais mínimas das centrais em funcionamento conjugado», que é 84,3 %. A repartição de cargas estudada tem pois um óptimo rendimento relativo, de 99,4 %; a pequena diferença em relação a 100 % resulta do que se referiu em (c) acerca da diminuição, em certos períodos, da carga de Castelo do Bode para não prejudicar a regulação da frequência em Vila Nova.

Apresentado este elevado valor do rendimento em energia do «diagrama-tipo A de pleno esvaziamento» que tem estado em vigor, sucessivamente ajustado, até fim de Agosto, ficam agora bem concretizadas as considerações finais do capítulo 4.2., relativamente à maior valia energética da água armazenada nas albufeiras da rede primária, durante a estiagem de 1952.

(3) Acerca do «diagrama-tipo B de pleno esvaziamento» (fig. 18), destinado a vigorar durante um curto período (e no qual foram aplicados, aliás, a maioria dos princípios referidos para o «diagrama-tipo A»), interessa apenas notar o seguinte:

(*a*) As combinações de grupos em serviço, como foi observado em b) — (3) neste capítulo 4.3., não correspondem à solução mais económica para a zona de carga total prevista, mas, atendendo ao fim a que se destina o diagrama-tipo B, não havia outra melhor possível. No entanto, é interessante observar que, sendo maiores as potências de Vila Nova, se puderam adoptar mais exactamente os valores da repartição óptima de cargas, visto serem menos de recear dificuldades na regulação da frequência por Vila Nova, devido a eventuais reduções da carga

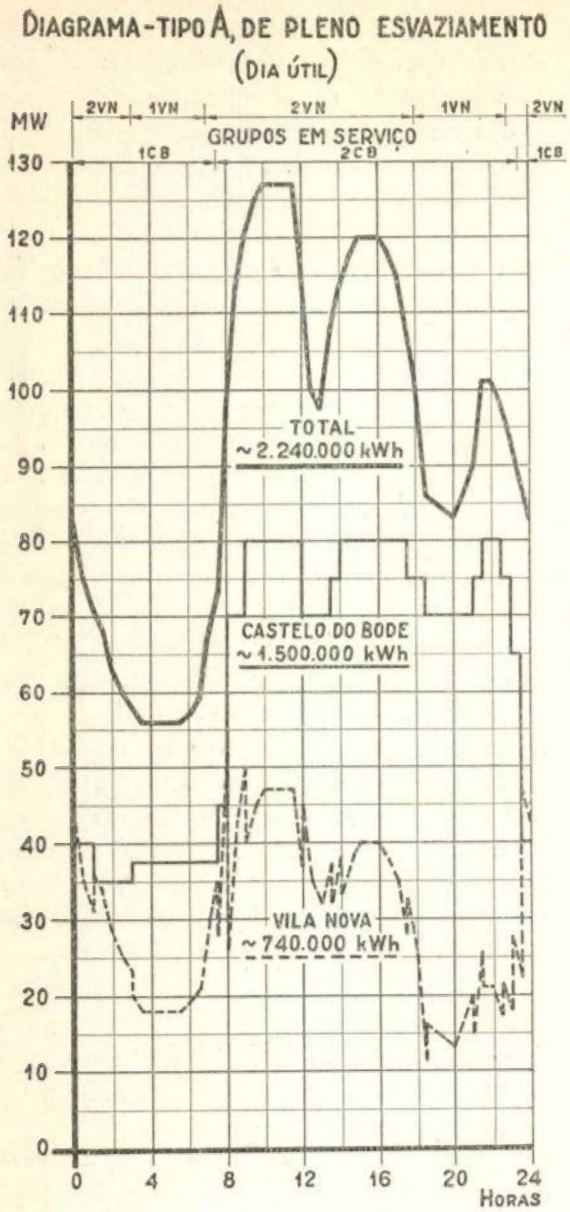


Fig. 17

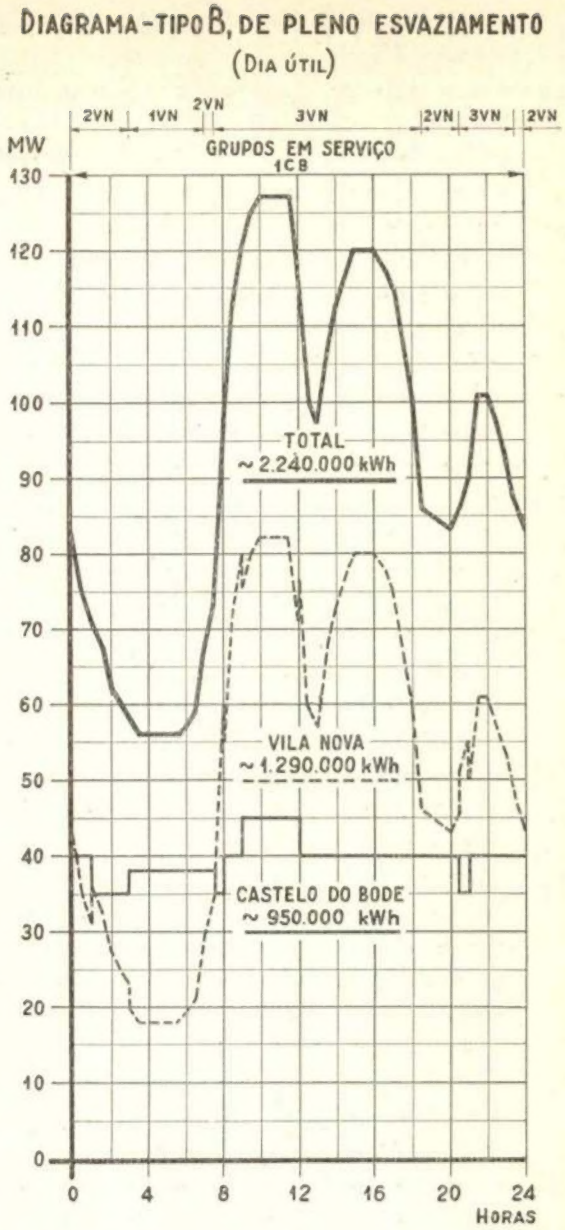


Fig. 18

da rede em relação à prevista; assim, foi possível prever o funcionamento de Castelo do Bode, durante quase todo o dia, com potências constantes, correspondentes a perdas totais mínimas. Por outras palavras, embora o rendimento absoluto teórico, em energia, das combinações de grupos do diagrama-tipo B seja inferior ao do diagrama-tipo A, foi possível obter rendimentos relativos (em confronto com as condições óptimas) pràticamente de 100 %, o que deve vir a dar um rendimento absoluto real resultante pouco inferior ao do diagrama-tipo A.

(*b*) Atendendo ao número e potência dos grupos em serviço, relativamente à carga total prevista, houve necessidade de admitir, nos períodos de ponta da manhã e da tarde, um valor da reserva em marcha ligeiramente inferior ao do critério estabelecido, o que se justifica atendendo ao curto período a que o diagrama se destina.

(4) Para conclusão da análise dos «dia-

gramas-tipo de pleno esvaziamento» das albufeiras da rede primária, interessa referir como são aplicados os ajustamentos necessários.

(*a*) Para ter em conta as variações das perdas globais dos grupos e das condições de rendimento conjunto máximo, à medida que descem as cotas da água nas albufeiras, os diagramas-tipo são modificados, de 5 em 5 metros na variação das cotas, mantendo-se, porém, os princípios gerais estabelecidos.

(*b*) Pode ser necessário modificar os diagramas-tipo para corrigir a repartição das energias relativamente ao esvaziamento possível em cada uma das albufeiras, mas, como se referiu na secção *c*) — (4) do capítulo anterior 4.2., tal não se verificou até agora nem deverá verificar-se, podendo assim manterem-se as condições de máximo rendimento no esvaziamento.

Em face, porém, dos valores das energias a produzir diàriamente por Castelo do Bode e Vila Nova, inscritas no diagrama-tipo A (fig. 17), convém fazer algumas considerações, em virtude de, à primeira vista, parecer elevada a produção diária atribuída a Vila Nova (740.000 kWh) relativamente à de Castelo do Bode (1.500.000 kWh). Efectivamente, o diagrama-tipo A corresponde ao início do período de pleno esvaziamento (o terceiro dos regimes de exploração de estiagem referidos em *c*) no capítulo anterior 4.2.), antes do qual já se diminuira muito, no segundo regime de exploração, a cota da água na albufeira de Venda Nova, como se referiu em 4.2. *c*) — (3).

A produção diária atribuída a Vila Nova não é, todavia, elevada, como foi provado pelo resultado do esvaziamento, visto que (além de no diagrama apresentado de dia útil não se poder avaliar a repartição de cargas nos domingos e nas tardes dos sábados, a qual influi um tanto no conjunto) é, como se referiu, esta a central que regula a frequência; por conseguinte, as produções reais vêm a ser menores, dado que, não só o diagrama foi previsto, como se disse, por excesso para segurança, mas também existem reduções típicas de carga em alguns dias da semana (mais sensìvelmente nas 2.as feiras) relativamente aos máximos da semana normalmente verificados às 4.as feiras e que são os considerados para o diagrama de dia útil.

(*c*) Na coordenação da repartição de cargas, feita diàriamente pelo «Serviço Central» dos Serviços do R. N. C., como se referiu, são ajustados, se necessário, certos valores dos diagramas, para ter em conta a evolução dos consumos, sem prejuízo dos critérios básicos dos diagramas-tipo.

(*d*) Igualmente as subestações da C. N. E. de Ermesinde e do Zêzere, nas suas funções de actuação do R. N. C., devem respeitar os referidos critérios em todos os ajustamentos que, por vezes, se torna necessário fazer, fora das horas de trabalho normal no «Serviço Central» de Lisboa, e, tanto quanto possível, na actuação em caso de emergência por motivo de disparos ou avarias.

4.4. — *Balanço hidráulico diário e sua aplicação*

(1) Tem sido realizada, nos Serviços do R. N. C., desde o início de 1952, a avaliação diária das disponibilidades hidráulicas, sob o aspecto comparativo das energias afluentes aos aproveitamentos a fio de água e aos de albufeira e das respectivas produções; a esta avaliação tem-se dado o nome de «balanço hidráulico diário». Além da comparação referida, visa também o «balanço hidráulico» a definir um valor que seja bem característico da hidraulicidade verificada; adoptou-se o cálculo diário do valor energético dos caudais afluentes (aliás considerado, em algumas redes, como uma das bases da repartição de cargas) a que se deu, no desconhecimento duma designação mais apropriada, o nome de «índice hidráulico» (energia afluente diária turbinável).

GABINETE DE ESTUDOS HIDRÁULICOS

ORGANIZADO EM 1945

Telefones 4 5451 e 5 3873 — Rua Rodrigo da Fonseca, 62-4.º D.to — LISBOA

ABASTECIMENTOS de ÁGUA

Direcção do
Eng.º Ferreira Chaves

Alguns trabalhos realizados:

Abastecimento de Água de Setúbal.

Ampliação do Abastecimento de Água do Funchal (Plano Geral).

CAPTAÇÕES SUBTERRÂNEAS
SONDAGENS

Direcção do
Eng.º Augusto Cavaco

Alguns trabalhos realizados:

Estação de Valada (Comp.ª das Águas de Lisboa)

Captações do Canário (S. Miguel — Açores).

TRABALHOS MARÍTIMOS
FUNDAÇÕES

Direcção do
Eng.º Vasco Costa

Alguns trabalhos realizados:

Estudo de obras acostáveis (Figueira da Foz e S. Tomé).

Fundação flutuante sobre lódos (Sacavém).

APROVEITAMENTOS
HIDRO-AGRÍCOLAS
E
HIDRO-ELÉCTRICOS

—

"APAGEL"

Direcção do
Eng.º Barrancos Vieira

Alguns trabalhos realizados:

Rega (projectos e execução):

Aprov. Hidro-Agrícola de Vale de Moura (Rega de 250 ha).

Aprov. Hidro-Agrícola de Mercês (Rega de 40 ha).

Energia (projectos):

Aprov. Hidro-Eléctrico do Biópio (Angola).

Obras de Derivação e Central Subterrânea de Salamonde (Cávado).

Nas grandes Fábricas

onde há transmissões importantes e se deitam contas a todos os factores que influem no custo da produção

é de rigor o equipamento integral com correias

GOODYEAR

após os resultados das primeiras experiências

Tente uma experiência e procederá igualmente

DISTRIBUIDORES EXCLUSIVOS:

Canelas & Figueiredo, L.DA

Rua dos Fanqueiros, 46

LISBOA

Telefones: 2 5058 / 2 4502

Telegramas: CANELASCO

GOODYEAR

Não tem sido ainda possível obter a realização integral das importantes aplicações do cálculo do «índice hidráulico», que mais adiante serão referidas; tem-se todavia posto o maior cuidado no seu cálculo pelas seguintes razões:

a) é inegável o interesse estatístico do conhecimento do «índice hidráulico» e dos resultados do «balanço hidráulico diário», de que, por isso, têm sido apresentados resumos nas estatísticas mensais do R. N. C.;

b) a elaboração do cálculo do «índice hidráulico», para que sejam obtidos, na ocasião da sua aplicação, valores bem característicos e de confiança, carece dum período longo de aperfeiçoamento no que diz respeito: à avaliação do rigor dos elementos hidráulicos (medidos ou calculados) fornecidos pelos centros de exploração das empresas ao R. N. C.; à eventual necessidade de conhecimento de mais elementos; e à sistematização, por simplificação sem prejuízo do rigor e por adopção criteriosa e uniforme das hipóteses necessárias, dos métodos de cálculo.

(2) O cálculo do índice hidráulico — I — decompõe-se na avaliação da energia afluente turbinável a aproveitamentos a fio de água (I_f) e da energia afluente turbinável a aproveitamentos de albufeira (I_a):

$$I = I_f + I_a$$

Usa-se sistemàticamente a mesma unidade (o milhão de kWh) a fim de se normalizar a apreensão do significado do valor pela sua simples indicação numérica, quando verbal, dada a frequente necessidade de repetida informação e de comparação; assim, sem inconveniente, o «índice hidráulico» pode vir a transformar-se num número abstracto, o que está aliás de acordo com a sua mais corrente aplicação, o seu significado relativo, isto é, em comparações.

É possível, ao fim da manhã de cada dia, ter calculado o «índice hidráulico» que se considera como caracterizando o próprio dia. No entanto, como se verá: no seu cálculo, entra, em parte, a influência da hidraulicidade do dia anterior; e, na sua aplicação mais corrente, funciona de previsão em relação ao dia seguinte — mas o seu significado indicativo justifica o valor médio que, nesse curto período, constitue, adaptando-se bem à transição que sempre existe na modificação das condições hidrológicas.

O valor I_f é calculado a partir dos caudais medidos na manhã do próprio dia, normalmente às 8 h., isto é, uma única vez por dia, admitindo-se, como hipótese simplificadora, que se mantém constante, durante todo o dia, o caudal afluente a cada um dos aproveitamentos a fio de água considerados. É, portanto, extremamente simples o seu cálculo, quer tenha havido ou não descarregamentos; se houve descarregamentos, basta determinar se eram ou não turbináveis, o que é fácil, conhecido o caudal máximo turbinável, havendo a notar, no caso especial dos aproveitamentos a fio de água de baixa queda (do tipo de Belver), que são os próprios caudais, quando muito elevados, que determinam a redução da queda e, portanto, limitam a potência máxima possível. É sempre a consideração desta potência máxima possível durante 24 horas que determina a máxima energia afluente turbinável, quer no caso especial referido, quer nos aproveitamentos do tipo mais frequente no nosso país em que é conhecido o caudal máximo turbinável; a energia afluente que exceda esse valor, e que deve ser calculada com critério uniforme, constitue pois descarregamentos não turbináveis e, portanto, não entra no cálculo de I_f.

O valor I_a é obtido a partir dos caudais afluentes calculados diàriamente e que se referem normalmente ao período de 24 horas do dia anterior, o que justifica a afirmação atrás feita sobre a influência directa da hidraulicidade do dia anterior no cálculo do índice hidráulico. Para os aproveitamentos de albufeira mais importantes, o de Castelo do Bode e o de Venda Nova, são, em geral, indicados diàriamente pelos Serviços de Exploração das empresas os caudais afluentes às albufeiras, calculados, de forma tanto quanto possível

rigorosa, a partir das condições verificadas no funcionamento das centrais (das cargas e dos rendimentos a essas cargas) e do seu efeito na variação do plano de água das albufeiras, tendo, igualmente, em conta os descarregamentos, se existiram; por vezes, na estiagem, é indicado apenas o caudal médio semanal, por o dia representar então um período demasiadamente curto para um cálculo de certo rigor, recorrendo-se, no caso de Castelo do Bode, ao caudal medido diàriamente no Cabril, tendo em conta o coeficiente de repercussão normalmente avaliado em 1,3. Para os outros aproveitamentos de albufeira não é, em geral, indicado pelas empresas qualquer caudal afluente, pelo que, neste caso, se avalia diàriamente nos Serviços do R. N. C. a energia afluente diária a partir do movimento das albufeiras (segundo as curvas de armazenamento existentes), da produção realizada e dos descarregamentos verificados, quando estes são de valor conhecido o que nem sempre acontece.

(3) Nos aproveitamentos a fio de água, verifica-se a relação

$$I_f = P_f + D_f \qquad (I)$$

em que P_f representa a produção diária da central e D_f o valor diário, em energia, dos descarregamentos turbináveis.

Tem-se adoptado o critério de considerar como caudal máximo turbinável o correspondente à totalidade dos grupos instalados, uma vez verificada a sua entrada em funcionamento efectivo, isto é, tem-se considerado, nos períodos de avarias ou de trabalhos de revisão dos grupos da central, que, se houver descarregamentos, são turbináveis os originados por esses grupos forçadamente fora de serviço. Pode contestar-se a lógica deste critério, porquanto, em geral, se considera o valor dos descarregamentos turbináveis como representando, de certo modo, falta de consumo no conjunto, ou então, se possíveis de evitar em relação ao consumo total, como falta de possibilidades na interligação ou de perfeita coordenação; bastará, porém, para não se ser induzido em erro, que sejam classificados nas estatísticas, com suficiente discriminação, os descarregamentos turbináveis.

(4) Nos aproveitamentos de albufeira, verifica-se, em geral, a relação

$$I_a = P_a + D_a + \Delta_a \qquad (II)$$

em que P_a representa a produção diária da central, D_a o valor diário, em energia, dos descarregamentos turbináveis e Δ_a a variação diária (positiva ou negativa) da energia armazenada na albufeira.

Quando a albufeira está plenamente cheia, o aproveitamento comporta-se como se fosse a fio de água, reduzindo-se a fórmula (II) à fórmula (I). Por conseguinte, neste caso de pleno enchimento, só deve considerar-se turbinável a parte da energia afluente que corresponde à produção a plena carga da central (quer dizer, com o caudal máximo turbinável), isto é, $I_a = P_{max}$; se a produção real for P_a, deve considerar-se como descarregamento turbinável o valor $P_{max} - P_a$, classificando-se os descarregamentos restantes, se existiram, como não turbináveis.

Esta forma de considerar o problema do cálculo do índice hidráulico para as albufeiras dá, por vezes, origem a algumas anomalias, em virtude da concepção adoptada na qual, em geral, como se vê, o carácter de «turbinável» da energia afluente num dado momento se refere, na realidade e por vezes em grande parte, ao funcionamento numa época posterior, mas tem de atender afinal à situação da albufeira nesse momento. Verifica-se, por exemplo, num período de caudais importantes e se as albufeiras estão ainda longe do pleno enchimento, haver um certo número de dias em que I_a toma valores elevados, caracterizando perfeitamente (e, também, com possibilidade de comparação significativa de dia para dia) o regime existente de caudais afluentes; atingidas, porém, as cotas perto do pleno enchimento e iniciado o período de descarregamentos (pela situação existente nas albufeiras), o valor de I_a passa a depender sobretudo desta situação, deixando de caracterizar a evolução do regime de caudais, visto passar

a ser considerada «não turbinável» energia afluente que, em valor igual, teria sido, algum tempo antes (com possibilidade de armazenamento nas albufeiras), incluída em I_a.

Pareceu assim conveniente definir-se um novo índice hidráulico que caracterize bem o regime de caudais afluentes que se esteja verificando.

(5) Em seguimento das considerações anteriores, está decidido passar-se também a calcular, nos Serviços do R. N. C., incluído na realização dos «balanços hidráulicos diários», um novo índice hidráulico que represente diàriamente a energia afluente total, isto é, a *totalidade* do *valor energético* dos caudais afluentes, *relativamente* aos aproveitamentos existentes e às suas características.

No desconhecimento duma designação mais apropriada adoptou-se, para este valor da energia afluente total diária que se pensou calcular, o nome de «índice hidráulico absoluto»; designou-se por I_A e está relacionado com as grandezas anteriormente definidas pelas fórmulas evidentes a seguir apresentadas.

É

$$I_A = I + D_n = I + D_{fn} + D_{an}$$

em que D_n representa o valor em energia dos descarregamentos não turbináveis (D_{fn} nos aproveitamentos a fio de água e D_{an} nos aproveitamentos de albufeira).

Como anteriormente se verificou ser

$$\begin{aligned} I &= I_f + I_a \\ &= P_f + D_f + P_a + D_a + \Delta_a \\ &= P_h + D_f + D_a + \Delta_a \end{aligned}$$

(em que P_h é a produção hidráulica diária), obtém-se a relação, aliás óbvia a partir das considerações de definição de I_A:

$$I_A = P_h + D + D_n + \Delta_a$$

ou

$$I_A = P_h + D_T + \Delta_a$$

em que:

D — descarregamentos turbináveis

D_n — descarregamentos não turbináveis, como se referiu

D_T — descarregamentos totais

O valor I_A define assim significativamente (fazendo desaparecer a anomalia referida no cálculo de I) o valor diário da energia hidráulica em relação ao estado existente do seu aproveitamento. Não é, em geral, difícil o seu cálculo (em ordem de grandeza e com hipóteses simplificadas) decomposto em $I_{Af} + I_{Aa}$, respectivamente para os aproveitamentos a fio de água e de albufeira, e efectuado a partir das mesmas considerações apresentadas a propósito do cálculo de $I = I_f + I_a$. De acordo com as considerações feitas em (3), é possível estabelecer critérios de aplicação fácil para a avaliação em energia dos descarregamentos não turbináveis, quer nos aproveitamentos a fio de água (com especial atenção, como se referiu em (3), para o caso dos aproveitamentos de baixa queda, do tipo de Belver), quer nos aproveitamentos de albufeira (em que apenas deverá ser considerado turbinável o descarregamento num valor máximo $P_{max} - P_a$, mesmo que se trate dum descarregamento feito propositadamente, como aconteceu em alguns dias de Abril e Maio findo em Venda Nova, em valor superior à energia afluente, para atenuar o efeito de cheias previstas, em relação ao estaleiro a juzante). A maior dificuldade consiste ainda no facto de, em alguns aproveitamentos, não serem conhecidos os descarregamentos não turbináveis, mas pensa-se que será possível obter das empresas, nos casos em que haja real interesse, a melhoria das condições existentes.

Apresenta-se um esquema deste balanço hidráulico diário mais completo que vai passar a realizar-se:

Índice hidráulico absoluto (energia afluente total) . . .	$I_A = \ldots 10^6$ kWh
Índice hidráulico (energia afluente turbinável) .	$I = \ldots 10^6$ kWh
Produção total	$P_T = \ldots 10^6$ kWh
Produção hidráulica	$P_h = \ldots 10^6$ kWh
Aproveitamentos a fio de água	
energia afluente total	$I_{Af} = \ldots 10^6$ kWh
energia afluente turbinável	$I_f = \ldots 10^6$ kWh
produção	$P_f = \ldots 10^6$ kWh
descarregamentos turbináveis	$L^f = \ldots 10^6$ kWh
descarregamentos não turbináveis	$L_{fn} = \ldots 10^6$ kWh

Aproveitamentos de albufeira

energia afluente total	$I_{Aa} = \ldots 10^6$ kWh
energia afluente turbinável	$I_a = \ldots 10^6$ kWh
produção	$P_a = \ldots 10^6$ kWh
variação da energia armazenada	$\Delta_a = \ldots 10^6$ kWh
descarregamentos turbináveis	$D_a = \ldots 10^6$ kWh
descarregamentos não turbináveis	$D_{an} = \ldots 10^6$ kWh

Compreende-se bem, do que foi apresentado, que — se é certo interessar para os índices hidráulicos um cálculo apenas de ordem de grandeza — existem dificuldades que é preciso estudar, para progressivamente melhorar as condições de determinação desses valores, como se referiu em (1), e assim existir mais confiança nas suas aplicações a seguir referidas: quer uma aplicação geral, de interesse orientador e estatístico, quer aplicações particulares importantes.

(6) A aplicação geral, de interesse orientador e estatístico, conclui-se do próprio esquema do balanço hidráulico apresentado, em que, como se referiu, também se faz figurar a produção total (térmica + hidráulica) diária: P_T. Efectivamente, a comparação diária dos valores I_A, I, P_T e P_h, e dos restantes apresentados, presta-se a ir adquirindo uma nítida consciência dos diversos aspectos, nas várias épocas do ano, do problema da produção nacional da energia eléctrica, tendo em conta o estado actual e pensando na evolução prevista, da utilização dos recursos hidráulicos, e conhecidas as características de irregularidade dos regimes hidrológicos do país e as dos aproveitamentos existentes.

(7) As aplicações particulares importantes do cálculo do índice hidráulico são fundamentalmente as seguintes:

(*a*) previsões a longo prazo, normalmente para um ano hidrológico e feitas no seu início, em que se comparam as necessidades do consumo e as disponibilidades de produção (térmica e hidráulica) estabelecidas para diversas hipóteses de hidraulicidade; a comparação, para estas várias hipóteses, pode ser feita de forma simples, se estiverem traçadas as curvas que representam (para os caudais dum período de anos conhecidos) o valor que teria, no ano em curso (supondo o equipamento existente no início do ano), a energia afluente diária, no caso de o ano vir a ter uma hidraulicidade igual ao valor que foi atingido ou ultrapassado por n% (5%, 10%, . . ., 99%; parâmetro da família de curvas) dos anos do período para o qual as curvas foram estabelecidas; desta família de curvas escolhem-se algumas que caracterizam várias hipóteses de hidraulicidade, desde fraca a média, por exemplo as de parâmetro 90%, 70% e 50%; feitas as previsões de repartição de cargas, térmica e hidráulica, para as várias hipóteses (e averiguado se o consumo pode ser satisfeito, como deve acontecer normalmente, sem restrições), é depois possível, a partir do cálculo diário do índice hidráulico, ir avaliando como se situa a hidraulicidade do ano decorrente relativamente às hipóteses, desde fraca a média, feitas e, consequentemente, os efeitos na repartição de cargas e na satisfação dos consumos; pensa-se ter real interesse esta aplicação do cálculo do índice hidráulico, logo que se disponha dos necessários elementos.

(*b*) previsões a curto prazo, referentes à actuação diária de coordenação relativamente à repartição de cargas fixada; por um lado, calculado o índice hidráulico diário, admite-se, como se referiu, que o seu valor se mantém no dia seguinte e, portanto, é possível determinar o que vai ser aproximadamente armazenado ou desarmazenado nas albufeiras, avaliando se este resultado está de acordo com os critérios de repartição de cargas fixados ou se interessa actuar, nomeadamente em relação à produção térmica; por outro lado, o cálculo do índice hidráulico permite avaliar bem as disponibilidades a fio de água, com vista à conveniência do seu aproveitamento para uma eficiente conjugação fio de água-albufeira, pro-

blema de difícil resolução sob o aspecto contratual, mas de grande interesse económico no conjunto, acerca do qual passam a apresentar-se os aspectos principais.

(8) Não deve oferecer dúvidas, dada a irregularidade geral dos regimes hidrológicos do país, que existe, em princípio, conveniência no integral aproveitamento da energia a fio de água, sempre que por isso seja possível, em correspondência, obter armazenamento nas albufeiras, isto é, sempre que não haja descarregamento no conjunto. Não oferece, porém, igualmente dúvidas que a aplicação integral deste princípio é impraticável no que se refere aos legítimos interesses das empresas concessionárias de aproveitamentos com albufeiras que, na maioria dos casos, teriam diminuída, por futuros descarregamentos, a sua produção, por efeito de reduções anteriores feitas para evitar a perda da energia a fio de água.

De acordo com as «normas de funcionamento» do R. N. C., a acção da Comissão Directiva, quanto a este problema, tem sido a de determinar o integral aproveitamento das disponibilidades a fio de água, sempre que as curvas guias de segurança das albufeiras estejam atingidas. Em certos casos, quando pouco acima das curvas de segurança, têm-se as empresas entendido, por livre acordo e, por vezes, por sugestão da Comissão Directiva, sobre o aproveitamento de alguma energia a fio de água. No caso geral, porém, de as curvas guias de segurança estarem francamente excedidas (ou até as curvas guias mais convenientes) não é, evidentemente, de fácil aplicação uma determinação de integral aproveitamento das energias sobrantes a fio de água, se o problema não estiver econòmicamente regulamentado.

Parece, assim, que a solução deverá ser exactamente procurar obter esta regulamentação geral, porque, salvo nos casos de haver descarregamentos no conjunto, deve sempre considerar-se com interesse, como se referiu, o máximo aproveitamento possível da energia a fio de água, visto se verificar (dada a irregularidede dos regimes hidrológicos) que — qualquer que seja a posição das curvas reais das albufeiras em relação às curvas guias de segurança ou mais convenientes — pode resultar, em muitos casos, o benefício de obter o pleno enchimento das albufeiras que não seria atingido se não tivesse havido o aproveitamento da energia sobrante a fio de água. Pensa-se, na verdade, que não é viável pretender resolver o problema, caso a caso, acordando as empresas no respectivo preço de aquisição da energia, porque é legítimo supor que, contratualmente, para certos valores das reservas nas albufeiras, dada a grande probabilidade de descarregamento, estas empresas oferecessem às de fio de água um preço nulo, consideração sinónima de recusa da sua parte em receber ou então de efeito resultante em desinteresse em fornecer, da parte das empresas das centrais a fio de água. Parece, pelo contrário, que convirá, não a resolução caso a caso, mas sim o estabelecimento duma satisfatória regulamentação geral em que todos corram riscos proporcionados à sua contribuição e às condições existentes no momento da substituição da produção das centrais de albufeira pela produção das centrais a fio de água. Pensa-se que, para o efeito, as curvas guias das albufeiras possam ser um dos elementos básicos a considerar; o assunto está a ser ponderado e crê-se que há, na verdade, real interesse na sua resolução definitiva, pelas razões apresentadas.

(9) Resolvido, de forma completa, o referido problema da conjugação fio de água-albufeira (que se considera um dos mais importantes em suspenso), a acção do R. N. C. poderá dar (como sua contribuição parcelar relativamente ao conjunto das actividades da Nação) mais um firme passo em frente no caminho que conduz a um destino aliciante mas ainda (se atendermos às possibilidades em todos os campos) bem longe — *o melhor aproveitamento de todos os recursos energéticos nacionais.*

5. — ANEXOS

5.1. — Decreto n.º 38.186, de 28 de Fevereiro de 1951

Preâmbulo:

«As principais empresas interessadas na produção, transporte e grande distribuição de energia eléctrica representaram ao Governo no sentido de que o repartidor de cargas previsto na última parte da base x da Lei n.º 2 002, de 26 de Dezembro de 1944, fosse constituído com a sua participação directa, para o que juntavam um projecto de bases para a criação de um Repartidor Nacional de Cargas.

Por outro lado, a breve conclusão das grandes obras de produção e transporte de energia eléctrica que constituem a primeira fase de realização da política empreendida pelo Governo a partir de 1945, em execução da referida lei, dá especial relevo à necessidade instante de coordenação dos principais elementos produtores e transportadores, no sentido de se obter o mais económico aproveitamento das nossas disponibilidades energéticas.

Abordado o assunto em toda a sua amplitude, estudadas as propostas e as objecções das empresas, ponderada a falta de experiência nacional na resolução de problemas desta natureza e tomando em consideração o desejo de colher todos os possíveis benefícios que deve proporcionar a estreita colaboração da actividade industrial e dos serviços oficiais, espera-se que o presente decreto dê inteira satisfação aos fins em vista, com a mínima intervenção do Estado.»

Decreto:

«Artigo 1.º É criado o Repartidor Nacional de Cargas (R. N. C.), organismo com sede em Lisboa e delegações onde for julgado conveniente, que se destina a estabelecer as normas que devem orientar a repartição de cargas na Rede Eléctrica Nacional (R. E. N.), tendo em vista o melhor aproveitamento das disponibilidades energéticas.

Art. 2.º Fazem parte do Repartidor Nacional de Cargas as seguintes entidades, que adiante são designadas genèricamente por empresas:

a) Os produtores de energia eléctrica que explorem centrais de serviço público e tracção interligadas com a Rede Eléctrica Nacional totalizando no conjunto uma potência instalada superior a 10 000 k V A;

b) A Companhia Nacional de Electricidade;

c) Os concessionários do Estado para a grande distribuição de energia eléctrica cujas concessões abranjam pelo menos dez concelhos.

Art. 3.º O Repartidor Nacional de Cargas terá os seguintes órgãos:

1) Conselho geral, constituído:

a) Pelo director-geral dos Serviços Eléctricos, ou pelo seu substituto legal, que presidirá;

b) Por um representante de cada uma das entidades referidas no artigo 2.º

2) Comissão directiva, constituída:

a) Por um representante do Estado, nomeado por portaria do Ministro da Economia, mediante proposta da Direcção-Geral dos Serviços Eléctricos, que deverá ser um engenheiro electrotécnico do respectivo quadro e que presidirá;

b) Pelo representante da Companhia Nacional de Electricidade;

c) Por três representantes das entidades referidas nas alíneas *a*) e *c*) do artigo 2.º, eleitos por períodos de três anos.

§ único. Todos os membros da comissão directiva serão engenheiros.

Art. 4.º Quando os problemas emergentes da repartição de cargas e do desenvolvimento da Rede Eléctrica Nacional o exigirem, poderá o Governo determinar a criação no Repartidor Nacional de Cargas de um serviço próprio, denominado Serviço de Repartição de Cargas (S. R. C.), que constituirá o órgão executivo das decisões da comissão directiva.

Art. 5.º Enquanto não for criado o serviço próprio previsto no artigo 4.º todas as funções do Serviço de Repartição de Cargas serão desempenhadas pelos serviços da Companhia Nacional de Electricidade, sob a direcção de um engenheiro electrotécnico proposto por esta Companhia e aceite pela comissão directiva.

§ único. Constituirão encargos do Repartidor Nacional de Cargas todas as despesas a que der origem o desempenho das funções atribuídas no corpo do artigo aos serviços da Companhia Nacional de Electricidade.

Art. 6.º Compete ao conselho geral:

1) Estabelecer em regulamento especial, sujeito à homologação do Governo, as normas a que deverá obedecer a eleição dos membros da comissão directiva referidos na alínea *c*) do n.º 2.º) do artigo 3.º, na qual não terão direito de voto os representantes do Estado e da Companhia Nacional de Electricidade;

2) Estabelecer e rever periòdicamente a proporção em que devem ser rateadas as despesas do Repartidor Nacional de Cargas pelas entidades que dele fazem parte;

3) Apreciar e aprovar as contas do Repartidor Nacional de Cargas, que lhe serão presentes pela comissão directiva;

4) Criar as delegações do Repartidor Nacional de Cargas, mediante proposta da comissão directiva;

5) Deliberar sobre qualquer assunto que a comissão directiva entenda que deve ser submetido à sua apreciação;

6) Deliberar sobre recursos que lhe sejam interpostos contra as decisões da comissão directiva;

7) Nomear os árbitros referidos no § 5.º do artigo 14.º

Art. 7.º Compete à comissão directiva:

1) Solicitar, receber e apreciar os elementos informativos dos produtores, transportadores e distribuidores de energia eléctrica que interessem ao Repartidor Nacional de Cargas;

2) Estabelecer a orgânica do funcionamento das centrais produtoras de energia eléctrica em regime de interligação e as normas que devem orientar a repartição de cargas para se conseguir o melhor aproveitamento das disponibilidades energéticas;

3) Fixar os programas de laboração e os diagramas de carga das centrais referidas na alínea anterior;

4) Estabelecer as normas para coordenação das manobras de exploração na Rede Eléctrica Nacional;

5) Determinar, ouvidas as empresas interessadas, as telemedidas, telecomandos e telecomunicações a estabelecer para efeitos da verificação e execução dos diagramas de carga e das condições técnicas da interligação;

6) Propor à Direcção-Geral dos Serviços Eléctricos as normas que devem reger as restrições do consumo, quando estas se tornarem indispensáveis, e tomar as providências adequadas de acordo com o que for fixado;

7) Resolver os problemas emergentes dos programas estabelecidos, na falta de acordo entre os interessados;

8) Administrar o Repartidor Nacional de Cargas;

9) Determinar, de acordo com a proporção estabelecida pelo conselho geral, as quantias a pagar por cada uma das empresas com o fim de custear todas as despesas do Repartidor Nacional de Cargas, e designadamente as mencionadas no n.º 7) do artigo 8.º;

10) Acordar com a Companhia Nacional de Electricidade as condições de utilização do seu pessoal e material que for necessário para coadjuvar o desempenho das funções do Repartidor Nacional de Cargas;

11) Delegar no Serviço de Repartição de Cargas os poderes julgados convenientes. Enquanto as funções do Serviço de Repartição de Cargas forem desempenhadas pela Companhia Nacional de Electricidade esta resolução só pode ser tomada por unanimidade.

§ único. As despesas a efectuar com as instalações referidas no n.º 5) do corpo do artigo constituem encargo do Repartidor Nacional de Cargas, desde que se reconheça que o estabelecimento dessas instalações não resulta de exigências do serviço das empresas interessadas, mas sim das necessidades de exploração do Repartidor Nacional de Cargas.

Art. 8.º Compete ao Serviço de Repartição de Cargas:

1) Promover a execução das deliberações tomadas pela comissão directiva, podendo utilizar as subestações da Companhia Nacional de Electricidade e quaisquer outras que, para o efeito, devam ser consideradas como auxiliares daquelas;

2) Assegurar o regular funcionamento da Rede Eléctrica Nacional, tomando, em casos urgentes, as disposições de carácter transitório que reputar convenientes, incluindo mesmo a modificação de diagramas de carga e ligação ou desligação de centrais, justificando posteriormente o seu procedimento;

3) Coordenar as manobras de exploração na Rede Eléctrica Nacional;

4) Propor à comissão directiva:

a) Os diagramas de carga;

b) A ligação e desligação de centrais;

c) Os programas de trocas de energia nas fronteiras das redes interligadas;

d) Todas as providências necessárias ao regular funcionamento da Rede Eléctrica Nacional.

5) Instalar, de acordo com as empresas interessadas, os sistemas de telemedida, telecomando e telecomunicações necessários ao regular funcionamento do repartidor de cargas;

6) Assegurar todo o expediente da comissão directiva;

7) Efectuar todas as despesas correntes de pessoal e material ao serviço do Repartidor Nacional de Cargas, apresentando trimestralmente à comissão directiva as respectivas contas.

Art. 9.º As ordens do Serviço de Repartição de Cargas devem ser comunicadas às empresas, podendo sê-lo directamente às centrais e subestações interessadas, nos casos de urgência ou de justificada necessidade.

Art. 10.º As subestações ou centrais das empresas devem informar directamente as subestações a que se refere o n.º 1) do artigo 8.º de quaisquer irregularidades que estejam notando e prestar-lhes quaisquer indicações de interesse para o funcionamento da Rede Eléctrica Nacional.

§ único. As manobras a realizar nas redes e instalações que interessem à interligação, quer se destinem a assegurar a exploração normal, quer a permitir reparações ou trabalhos em curso, dependem sempre de acordo do Serviço de Repartição de Cargas, obtido através das subestações que nessas manobras possam ser interessadas.

Art. 11.º As empresas ficam obrigadas a acatar as determinações do Repartidor Nacional de Cargas e a fornecer-lhe todos os elementos técnicos por ele solicitados.

Art. 12.º O conselho geral reunirá normalmente uma vez em cada ano para efeitos do n.º 3) do artigo 6.º e, extraordinàriamente, nos seguintes casos:

1) Por iniciativa do presidente;

2) A pedido de um terço das empresas que constituem o Repartidor Nacional de Cargas;

3) A pedido de qualquer empresa que tenha interposto recurso contra uma decisão da comissão directiva.

§ único. As reuniões extraordinárias deverão efectuar-se no prazo de quinze dias, contado a partir da data em que for recebido o pedido.

Art. 13.º A comissão directiva reunirá sempre que for necessário e, obrigatòriamente, pelo menos, uma vez em cada mês. As convocações, indicando os assuntos a tratar, serão feitas pelo presidente, por sua iniciativa ou a pedido de qualquer membro, podendo utilizar-se para o efeito o meio de comunicação mais expedito.

Art. 14.º O conselho geral e a comissão directiva reunirão com qualquer número de membros e resolverão por maioria de votos, tendo os presidentes voto de qualidade.

§ 1.º Os representantes do Estado poderão, a título excepcional e quando julgarem necessário, submeter as decisões tomadas à apreciação do Ministro da Economia. Do despacho do Ministro da Economia será dado imediato conhecimento à comissão directiva, que prontamente o deverá cumprir. Até à comunicação do despacho vigorará a decisão tomada.

§ 2.º O Ministro da Economia poderá deliberar sôbre assuntos que, embora da competência do Repartidor Nacional de Cargas, revistam aspectos de interesse nacional. Essas deliberações serão comunicadas por intermédio do presidente da comissão directiva, a fim de que esta tome as providências necessárias ao seu imediato cumprimento.

§ 3.º Os despachos do Ministro da Economia obrigam todas as empresas que constituem o Repartidor Nacional de Cargas, sem prejuízo do direito de recurso conferido pela lei.

§ 4.º Das decisões da comissão directiva haverá recurso, sem efeito suspensivo, para o conselho geral.

§ 5.º Das decisões do conselho geral haverá recurso para uma comissão arbitral, que julgará *ex aequo et bono* e será constituída por um representante da recorrente, por outro do Repartidor Nacional de Cargas e por um terceiro, designado por acordo entre os dois primeiros ou, na falta dele, por indicação da Direcção-Geral dos Serviços Eléctricos.

Art. 15.º A falta de cumprimento, por parte das empresas, das obrigações que lhes venham a ser impostas com fundamento nas disposições deste decreto será punida com multa até 200.000$, elevada ao dobro em caso de reincidência.

§ 1.º A verificação das infracções poderá ser feita:

a) Pela fiscalização da Direcção-Geral dos Serviços Eléctricos;

b) Por qualquer membro dos órgãos do Repartidor Nacional de Cargas;

c) Pelo pessoal ao serviço do Serviço de Repartição de Cargas.

§ 2.º Nos casos das alíneas *b*) e *c*) do § 1.º as infracções serão comunicadas à comissão directiva, que as apreciará, ouvidas as partes interessadas. Sempre que o julgue conveniente, o representante do Estado submeterá à consideração da Direcção-Geral dos Serviços Eléctricos os processos assim organizados e instruídos com o parecer da comissão directiva.

§ 3.º As multas serão aplicadas pela Direcção-Geral dos Serviços Eléctricos, com recurso para o Ministro da Economia.

§ 4.º A graduação da pena será feita conforme a importância da infracção e a categoria do infractor.

Art. 16.º O Repartidor Nacional de Cargas actuará inicialmente na zona do País em que as instalações de interligação lho permitam e irá estendendo a sua acção ao longo da Rede Eléctrica Nacional à medida que o repute conveniente, ou por determinação da Direcção-Geral dos Serviços Eléctricos.»

5.2.—*Normas de funcionamento do R.N.C.*

«A) — **Princípios gerais**

(1) — A organização do R. N. C. deve ser, de início, muito simples.
Impõe-se, na realidade, uma organização muito simples, para estar de acordo, em geral, com a limitação dos nossos recursos económicos e, em particular, com a modéstia da nossa electrificação. O desenvolvimento da organização acompanhará o desenvolvimento da electrificação, colhendo-se os ensinamentos da experiência e justificando-se, então, despesas mais avultadas e organização mais completa.

(2) — O funcionamento da rede, quer no que diz respeito à produção de centrais, quer no que diz respeito a trocas de energia entre redes, será feito em regime de programas, conhecidos com antecipação, entendendo-se que as alterações serão, quando possível, comunicadas prèviamente.

(3) — O R. N. C. estenderá a sua acção à repartição de cargas pròpriamente dita (isto é, ao campo da produção), à verificação das condições técnicas de funcionamento da rede, e superintenderá em todas as manobras na rede de interligação e na fixação das datas para trabalhos de conservação em instalações que interessem à interligação.

(4) — A C. D. exerce a direcção efectiva do R. N. C. reunindo normalmente uma vez por semana. As suas decisões, enquanto não for criado o Serviço de Repartição de Cargas, são postas em execução por intermédio dos Serviços da CNE.

(5) — A C. D. procurará não interferir nas relações contratuais entre as empresas e, mantendo-se no campo estrictamente técnico do aceitável aproveitamento das disponibilidades energéticas e das condições de segurança, deixará sempre às empresas a possibilidade de resolverem os eventuais problemas emergentes que possam resultar das suas deliberações.

B) — **Orgânica da actuação**

I) — *Acção da C. D.*

(1) — A longo prazo:
Além dos estudos que empreenderá (conjugação albufeira-fio de água, apoio térmico, etc.) a C. D. fixa a política de exploração das centrais, incluindo:
— a previsão das curvas de enchimento e esvaziamento das albufeiras, para um certo período, ouvidas as respectivas empresas;
— a fixação do nível térmico.

(2) — A curto prazo:
Em cada reunião semanal:
— a C. D. poderá, quando o julgar necessário, fixar, a partir dos elementos recebidos das empresas (previsões de consumo, disponibilidades energéticas, diagramas de produção das centrais e diagramas de trocas de energia entre redes), os diagramas-tipo da semana seguinte: dia útil (2.ª a 6.ª feira), sábado e domingo;
— a C. D. atribui, também, a regulação da frequência, em princípio, a uma central ou siste-

ma de centrais, ou à acção de comando duma subestação; sempre que necessário, estabelece também as normas de regulação de tensão. Como norma geral, nesta fase de actuação do R. N. C., a C. D procurará, dentro dum aceitável aproveitamento das disponibilidades energéticas e respeitadas as condições de segurança, não interferir na repartição normal de cargas que as empresas por si ou entre si tenham ajustado.

II) — *Acção dos Serviços da CNE*

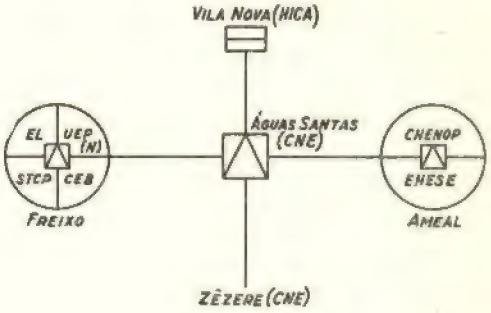
(1) — Constituição

Nos termos do art.º 5.º do Decreto n.º 38 186 compete aos Serviços da CNE, enquanto não for criado o Serviço de Repartição de Cargas, desempenhar todas as funções deste Serviço, definido no art. 4.º, funções estas discriminadas no art.º 8.º do mesmo Decreto.
Esses Serviços da CNE agrupam-se num «Serviço Central» em Lisboa e utilizam as subestações desta ou de outras empresas para os fins necessários e adiante definidos.

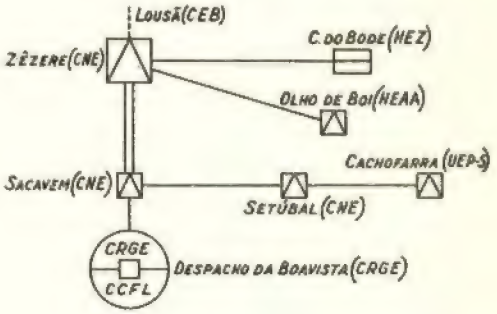
(2) — Actuação

a) — É o «Serviço Central» que promove a execução das decisões da C. D. comunicando-as às empresas, excepto nos casos de urgência ou justificada necessidade em que as comunicações serão feitas aos respectivos Serviços de Exploração e posteriormente confirmadas (nos casos de interesse).
O «Serviço Central» recebe os elementos informativos diários enviados, pelo correio, pelas empresas e também as informações transmitidas diàriamente pelos centros de exploração das empresas (ou agrupamentos de empresas) às subestações da CNE a que ficam adstritos.
O «Serviço Central» estuda os elementos informativos enviados pelas empresas e submete o resultado deste estudo à consideração da C. D. para os efeitos da actuação desta, definida em B) — I). Sempre que as empresas prevejam alterações sensíveis do consumo das suas redes devem comunicá-lo oportunamente.
Compete também ao «Serviço Central» e de acordo com as directrizes que tenha recebido da C. D., tomar todas as disposições de carácter transitório necessárias.
b) — Para uma eficiente coordenação da exploração de toda a rede que interessa à interligação, é indispensável agrupar os centros de exploração das empresas (ou agrupamentos de empresas) tornando-os adstritos às subestações da CNE através das quais se fará aquela coordenação.
De acordo com as realidades da constituição da nossa rede, consideram-se dois núcleos: a rede Norte que fica adstrita à subestação de Águas Santas (1) e a rede Sul que fica adstrita à subestação do Zêzere, interligadas pela linha a 150 kV Águas Santas-Zêzere.
Os esquemas seguintes definem as zonas de acção das subestações de Águas Santas e do Zêzere na rede de interligação.

Zona de acção da subestação de Águas Santas



Zona de acção da subestação do Zêzere



A subestação de Águas Santas tem, consequentemente, adstritos os seguintes Centros de Exploração:

Vila Nova (HICA)
Freixo (agrupamento das empresas:
UEP — N
EL
CEB
STCP)
Ameal (agrupamento das empresas:
CHENOP
EHESE)

e a subestação do Zêzere:

Castelo do Bode (HEZ)
Olho de Boi — Abrantes (HEAA)
Despacho da Boavista (agrupamento das empresas:
CRGE
CCFL)
Cachofarra (UEP — S)

(1) Para não alterar o texto das normas de funcionamento que se apresenta integralmente, conservou-se a designação «subestação de Águas Santas», a da data da aprovação das normas, se bem que posteriormente tenha passado a ser, como se referiu, «subestação de Ermesinde».

c) — As subestações de Águas Santas e do Zêzere entendem-se com os centros de exploração, respectivamente referidos, para os seguintes efeitos:

— transmitir as directrizes recebidas do «Serviço Central» e que não tenham podido ser enviadas directamente às empresas;

— receber diàriamente, pela manhã e telefònicamente, para transmissão ao «Serviço Central», os seguintes elementos: caudal dos rios e cota das albufeiras; produção na véspera; material disponível (centrais hidráulicas e térmicas — em funcionamento —); elementos meteorológicos de interesse;

— solicitar quaisquer outros elementos de carácter técnico que se tornem necessários para a verificação das condições técnicas de funcionamento da rede;

— procurar manter, sempre que possível, os diagramas de trocas de energia nas redes de interligação;

— determinar as necessárias regulações de tensão e, quando tal lhe for atribuído, também as de frequência;

— receber as indicações referentes a trabalhos de conservação ou reparação em instalações que interessem à interligação, ou os que, nas centrais, alterem, de forma importante, as disponibilidades, e que seja possível prever com antecipação; estas indicações devem ser transmitidas ao «Serviço Central» para efeito de coordenação;

— promover a realização das manobras necessárias na rede de interligação, depois da data dos trabalhos atrás referidos ter sido fixada pelo «Serviço Central», de acordo com as empresas interessadas;

— comandar o restabelecimento do serviço na rede de interligação, nos casos de disparos ou avarias, tomando as medidas necessárias, inclusivamente determinar a modificação da produção das centrais;

— tomar quaisquer outras medidas de emergência;

d) — Todas as comunicações do «Serviço Central» e das subestações de Águas Santas e do Zêzere (ou de outras utilizadas para o efeito), no exercício das suas funções dentro da orgânica do R. N. C., são, para todos os efeitos, consideradas como determinações do R. N. C. pelo que delas será dado conhecimento à C. D. e, nos casos necessários, devidamente justificadas.»

5.3. — Alguns números estatísticos do R.N.C. (1.º semestre de 1952)

I — *Elementos gerais*

	Total de 1 de Janeiro a 30 de Junho de 1952 10^6 kWh	Variação em relação a igual período de 1951 %
Produção hidráulica (P_h)	564,3 (1)	+ 61,7 %
Produção térmica (P_t) .	37,1 (2)	— 57,5 %
Produção total (P_T) . .	601,4	+ 37,9 %
«Consumos permanentes»	411,9	+ 12,4 %
«Consumos não permanentes» (3)	108,5	+ 703,7 %
Consumo total	520,4	+ 37,1 %

II — *Produção*

a) *Produção hidráulica*

em 10^6 kWh

Centrais	Jan.º	Fev.º	Março	Abril	Maio	Junho	Total
Vila Nova	10,6	9,7	13,1	17,3	7,0	19,7	77,4
Lindoso	25,1	22,7	23,8	23,7	21,2	15,8	132,3
Sistema do rio Ave	7,7	6,9	4,3	6,5	5,8	4,5	35,7
Chocalho	4,4	3,4	3,8	5,1	5,3	3,1	25,1
Sistema da Serra da Estrela	8,0	7,7	6,8	6,5	6,3	4,7	40,0
Santa Luzia	4,1	3,9	2,5	0,9	2,5	4,8	18,7
Castelo do Bode	23,3	25,2	21,7	20,0	32,9	19,8	142,9
Pracana	2,2	3,3	2,0	4,4	4,3	1,0	17,2
Belver	8,1	7,1	11,4	8,7	13,1	13,2	56,6
Sistema de Niza	0,3	0,5	0,5	1,3	1,6	1,3	5,5
Total	88,8	90,4	89,9	94,4	100,0	87,9	551,4
Total hidráulico completo (4)	90,8	92,1	91,4	96,7	102,6	90,7	564,3

Notas: (1) 93,8 % P_T

(2) 6,2 % P_T

(3) «Consumos não permanentes» (a parte prin-

b) *Produção termica*

em 10^6 kWh

Centrais	Jan.º	Fev.º	Março	Abril	Maio	Junho	Total
Caniços	0,0	0,0	0,0	0,1	≃ 0,0	≃ 0,0	0,1
Freixo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Massarelos	2,7	2,4	2,5	0,0	2,5	3,0	13,1
Tejo	0,0	1,1	0,7	≃ 0,0	0,0	0,0	1,8
Santos	2,2	2,0	1,1	0,8	0,9	0,8	7,8
Cachofarra	2,5	2,4	2,8	2,2	2,2	2,2	14,3
Total térmico	7,5	7,9	7,1	3,1	5,6	6,0	37,1

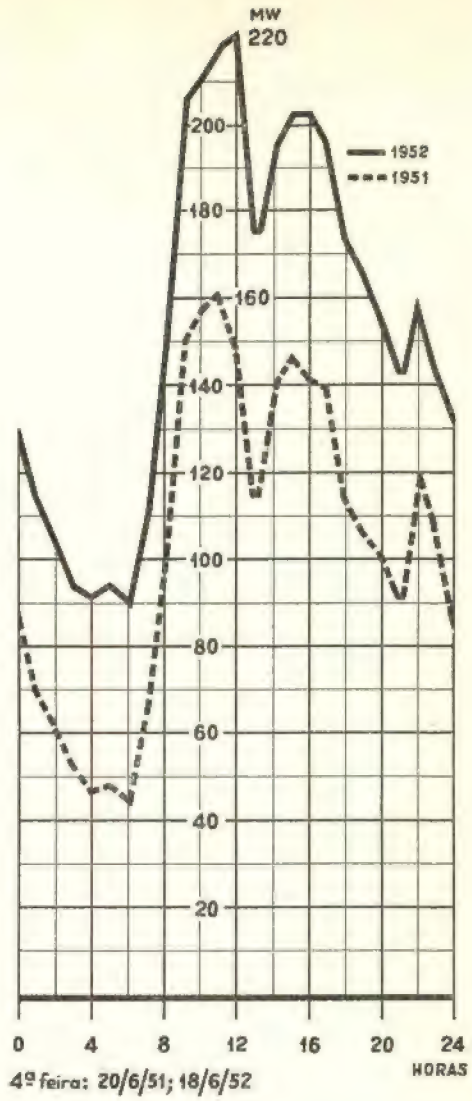
c) *Produção total*

10^6 kWh

Janeiro	Fever.	Março	Abril	Maio	Junho	Total
98,2	100,0	98,5	99,8	108,2	96,7	601,4

d) *Características dos diagramas de carga*

Apresenta-se o diagrama de carga da terceira quarta feira do último mês considerado (Junho de 1952) e a sua comparação com o da terceira 4.ª feira de Junho de 1951.



	4.ª feira 20/6/51	4.ª feira 18/6/52
Prod. hidráulica (P_h) — MWh. .	2.274	3.595
Prod. térmica (P_t) — MWh . . .	274	189
Prod. total (P_T) — MWh	2.548	3.784
Potência máxima (ponta) — MW	162	222
Potência mínima — MW.	46	90
Utilização da ponta — horas . .	15,74	17,05
Factor de carga	0,66	0,71
Relação $\frac{\text{Pot. mín.}}{\text{Pot. máx.}}$	0,28	0,41

cipal da indústria electroquímica). Acerca destas designações e do critério de distinção dos consumos adoptado, veja-se mais adiante, em IV-a, a nota (B) ao quadro em que são apresentados os «consumos permanentes» das redes das empresas do R. N. C. A distinção dos consumos pretende, como se referiu em 3.5.1., obter valores comparáveis, de ano para ano, dadas as condições especiais de funcionamento da grande indústria electroquímica.

(4) Este total hidráulico completo da rede do R. N. C. foi obtido do total anterior, adicionando as produções das pequenas centrais (Penide, Ermida, Ponsul, Pego do Altar e Vale do Gaio) não consideradas no quadro.

III — *Interligação*

Principais trocas de energia entre as redes das empresas. em 10^6 kWh

	Jan.º	Fev.º	Março	Abr.	Maio	Jun.º	Total
HICA → CNE	9,6	8,5	11,9	16,2	6,5	18,5	71,2
HEZ → CNE	23,1	21,9	21,4	19,6	32,5	19,6	141,1
CNE → CRGE	28,2	24,1	25,1	23,1	21,8	23,1	148,4
CNE → UEP (N)	1,2	1,2	1,4	1,1	0,2	0,6	5,7
CNE → CHENOP	1,8	1,6	2,9	0,1	0,5	2,4	9,3
CNE → HEAA (1)	0,0 ± 0,0	0,0 0,0	0,0 6,4	1,2 1,0	0,4 0,0	0,2 0,9	1,8 8,3
CNE → CEB	0,0	0,0	0,6	1,3	0,9	0,7	3,5
EL → UEP (N)	23,5	21,3	22,3	22,2	19,9	14,8	124,0
CEB → UEP (N) (1)	2,3 ± 0,7	1,9 0,6	1,4 0,6	1,2 0,4	2,0 0,0	3,5 0,2	12,3 2,5
UEP (N) → STCP (1)	0,0 ± 0,0	0,1 0,0	0,1 0,0	2,3 0,0	0,2 0,0	0,0 0,4	2,7 0,4
EHESE → CHENOP	1,9	2,6	2,8	1,4	1,8	2,6	13,1
CRGE → CCFL	1,6	1,6	2,6	2,7	2,9	2,8	14,2
CRGE → UEP (S)	3,9	3,5	3,4	2,6	3,1	2,9	19,4

IV — *Consumo*

a) *«Consumos permanentes» das principais redes*

em 10^6 kWh

Redes	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Total	Variação do total em relação a 1951 (1.º semestre)
CHENOP	15,0	13,6	12,7	12,2	12,8	11,4	77,7	+ 8,2 %
UEP (N)	18,9	17,9	17,5	16,4	16,2	15,1	102,0	+ 10,0 %
ED	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	0,6	3,7	+ 8,3 %
STCP	2,0	1,9	1,9	1,8	2,0	1,9	11,5	+ 5,7 %
EHESE	3,2	3,0	2,8	2,5	2,5	1,7	15,7	+ 27,4 %
CEB	2,4	2,2	2,3	1,9	1,7	1,6	12,1	+ 11,5 %
HEAA	2,6	2,7	3,2	3,2	3,8	3,3	18,8	+ 3,4 %
SEOL	0,9	0,8	0,9	0,7	0,8	0,8	4,9	+ 31,4 %
CRGE	19,8	18,4	17,3	16,7	16,3	16,6	105,1	+ 15,3 %
CCFL	3,6	3,4	3,5	3,4	3,6	3,5	21,1	+ 3,0 %
UEP (S)	5,9	5,8	5,6	5,0	5,8	5,4	33,5	+ 8,6 %

Notas: (A) Os valores do quadro não incluem, em regra, as perdas nas redes.

(B) Os consumos apresentados no quadro são os que, no texto do trabalho, se designaram por «permanentes», isto é, não incluem a parte principal da indústria electroquímica, considerando-se ser esta o conjunto das 4 instalações referidas no quadro seguinte que até agora não têm funcionado com carácter permanente. Foram assim incluídos nos «consumos permanentes» os restantes consumos electroquímicos, de algumas redes, por terem carácter de permanência; como não foi este o critério adoptado na estatística mensal do R. N. C., são diferentes os valores dos quadros de IV-a) e IV-b) e de I deste trabalho e os correspondentes da estatística mensal.

b) *«Consumos não permanentes» (a parte principal da indústria electroquímica)*

em 10^6 kWh

Redes	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Total	Variação do total em relação a 1951 (1.º semestre)
UEP (N): EIF (2)	2,3	2,0	2,0	1,7	1,2	0,0	9,2	+ 53,5 %
EHESE: CPFE (2)	2,2	1,6	0,7	2,0	1,3	0,1	7,9	+ 4,7 %
CNE: AP (2)	0,0	5,5	8,5	8,4	10,3	10,0	42,7	Não existia em 1951
HEAA: UFA (2)	2,3	7,1	3,0	10,7	14,4	11,2	48,7	Não existia em 1951

c) *Características dos diagramas de consumo total da principais redes*

Apresentam-se as principais características dos diagramas de consumo (incluindo as perdas) das principais redes, referentes à terceira 4.ª feira do último mês considerado (Junho de 1952).

Redes	Consumo kWh	Ponta MW	Utilização da ponta horas
CHENOP. .	516.700	41,0	12,6
UEP(N). . .	817.000	59,5	13,7
STCP . . .	73.800	5,0	14,8
EHESE. . .	107.100	7,0	15,3
CEB	104.900	8,0	13,1
HEAA . . .	678.800	32,0	21,2
CRGE . . .	677.900	38,5	17,6
CCFL. . . .	119.400	7,5	15,9
UEP(S). . .	211.300	11,0	19,2
CNE-AP.. .	342.500	16,0	21,4

(1), (2) Ver as notas (1) e (2) no fim das colunas da página seguinte.

V — *Diagrama mensal de duração das cargas*

Apresentam-se alguns valores do diagrama de duração das cargas referente ao último mês considerado (Junho de 1952), traçado por processo simplificado a partir da hipótese admitida de os diagramas de todos os dias úteis, sábados e domingos e feriados serem respectivamente iguais aos diagramas da terceira 4.ª feira e do sábado e domingo seguintes.

Características mensais:

Produção total mensal	$96{,}7 \times 10^6$ kWh
Potência máxima (ponta) mensal	223,5 MW
Potência mínima mensal . . .	58,5 MW
Utilização mensal da ponta . .	432,6 horas
Factor de carga mensal	0,60
Relação $\frac{\text{Pot. min.}}{\text{Pot. máx.}}$ mensal . .	0,26

Alguns valores do diagrama mensal de duração das cargas:

Valores da potência em MW	Número de horas em que a carga é superior à potência indicada em correspondência
222,0 (1)	0
202,0	100
174,0	200
151,0	300
123,5	400
104,0	500
93,0	600
84,0	700
76,0 (1)	720

(1) Os valores da potência máxima e da potência mínima do diagrama de duração das cargas não são o máximo e o mínimo mensais anteriormente indicados, em virtude da referida forma simplificada de traçado do diagrama, dado que o máximo e o mínimo mensais se verificaram em dias diferentes da terceira 4.ª feira e do sábado e domingo seguintes.

VI — *Elementos hidráulicos*

a) *Caudais médios mensais afluentes aos principais aproveitamentos*

em m³/seg

	Jan.º	Fev.º	Março	Abril	Maio	Junho
Lindoso	39,0	32,5	49,6	64,7	65,7	18,4
Venda Nova . .	7,5	5,3	13,6	12,3	11,7	3,8
Guilhofrei . . .	6,5	5,9	6,5	9,7	7,0	3,0
Chocalho . . .	5,3	4,5	8,3	12,5	10,9	3,9
Santa Luzia . .	2,2	2,8	4,4	3,3	3,1	0,9
Castelo do Bode	48,0	50,1	105,9	143,0	86,8	26,7
Belver	451,0	310,0	414,5	1.215,0	575,0	176,7
Pracana	9,3	9,6	59,5	26,0	22,1	3,9

Nota: Não se indicam valores referentes aos aproveitamentos da EHESE (albufeira da Lagoa Comprida e a fio de água) por insuficiência de elementos.

b) *Movimento das principais albufeiras*

Apresentam-se, no quadro seguinte, os valores do armazenamento nas principais albufeiras, relativos ao dia 1 de cada mês e expressos em percentagem de enchimento em energia

Albufeiras	1 Jan.º	1 Fev.º	1 Mar.º	1 Abril	1 Maio	1 Jun.º	1 Julho
Venda Nova	98 %	98 %	97 %	98 %	92 %	100 %	85 %
Guilhofrei	96 %	87 %	75 %	100 %	92 %	97 %	80 %
Lagoa Comprida	100 %	88 %	77 %	100 %	97 %	96 %	90 %
Santa Luzia	46 %	47 %	51 %	70 %	87 %	98 %	89 %
Castelo do Bode	54 %	54 %	52 %	70 %	97 %	100 %	97 %
Pracana	85 %	91 %	79 %	100 %	93 %	95 %	97 %
Póvoa	60 %	75 %	88 %	98 %	98 %	99 %	98 %
Total (1)	68 %	68 %	66 %	82 %	94 %	98 %	91 %

Nota (1): Neste total estão consideradas as albufeiras de Ponsul, Pego do Altar e Vale do Gaio.

Notas (1) e (2) referentes à página anterior:

Nota (1): + fornecimento de energia no sentido da seta
— fornecimento de energia no sentido contrário ao da seta.

Nota (2): EIF — Empresa Industrial do Freixo (fábrica de Freixo, Porto)

CPFE — Companhia Portuguesa de Fornos Eléctricos (fábrica de Canas de Senhorim)

AP — Amoníaco Português (fábrica de Estarreja)

UFA — União Fabril do Azoto (fábrica de Alferrarede)

c) *Energia hidráulica afluente turbinável, produzida e descarregada (totais mensais).*

em 10^6 kWh

	Jan.º	Fev.º	Março	Abril	Maio	Junho	Total
I	100,6	95,1	157,8	174,8	159,9	66,8	755,0
I_f	41,8	44,5	53,2	56,8	61,8	37,0	295,1
P_f	36,5	37,8	43,7	43,0	45,4	35,1	241,5
D_f	5,3	6,7	9,5	13,8	16,4	1,9	53,6
I_a	58,8	50,6	104,6	118,0	98,1	29,8	459,9
P_a	52,3	52,6	46,2	51,4	54,6	52,8	309,9
D_a	7,8	4,1	11,9	25,6	27,9	0,4	77,7
Δ_a	−1,3	−6,1	+46,5	+37,7(1)	+14,9(1)	−23,4	+68,3

Significação dos símbolos usados:

I — «Índice hidráulico» (energia afluente turbinável)

I_f, I_a — Energia afluente turbinável, respectivamente aos aproveitamentos a fio de água e de albufeira

P_f, P_a — Energia produzida, respectivamente nos aproveitamentos a fio de água e de albufeira

D_f, D_a — Descarregamentos turbináveis, respectivamente nos aproveitamentos a fio de água e de albufeira

Δ_a — Variação da energia armazenada nas albufeiras

Notas:

(1) Nos meses de Maio e de Junho houve em Venda Nova descarregamentos superiores à energia afluente, para criar vazio para cheias, pelo que não se verifica, no total, a relação normal entre I_a, P_a, D_a e Δ_a.

(2): Todos os valores do quadro se referem aos aproveitamentos principais, isto é, não incluem as pequenas centrais de Penide, Ermida, Ponsul, Pego do Altar e Vale do Gaio.

d) *Descarregamentos* em 10^6 kWh

		Jan.º	Fev.	Mar.	Abril	Maio	Jun	Total
Em aproveitamentos a fio de água	turbináveis	5,3	6,7	9,5	13,8	16,4	1,9	53,6
	não turbináveis	45,0	43,7	31,4	94,9	69,6	2,6	287,2
Em aproveitamentos de albufeira	turbináveis	7,8	4,1	11,9	25,6	27,9	0,4	77,7
	não turbináveis	0,0	0,0	23,5	10,1	3,7	0,0	37,3
No conjunto	turbináveis	13,1	10,8	21,4	39,4	44,3	2,3	131,3
	não turbináveis	45,0	43,7	54,9	105,0	73,3	2,6	324,5
	totais	58,1	54,5	76,3	144,4	117,6	4,9	455,8

Nota: Os valores do quadro referem-se aos principais aproveitamentos, isto é, não incluem as pequenas centrais de Penide, Ermida, Ponsul, Pego do Altar e Vale do Gaio.

VII — *Elementos das centrais térmicas*

Centrais	Consumo de combustivel em ton.														Existência de combustíveis em parque em ton.	
	Janeiro		Fevereiro		Março		Abril		Maio		Junho		Total		Em 30 de Junho	
	Nac.	Estr.	Nac.	Estr.	Nac.	Estr.	Nac.	Estr.	Nac.	Estr.	Nac.	Estr.	Nac.	Estr.	Nac.	Estr.
Caniços	0	0	0	0	0	0	133	126	170	161	92	85	395	372	2.150	1.612
Freixo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	833	3.160
Massarelos . .	4.070	3	3.625	1	3.523	4	0	0	3.836	10	4.514	3	19.568	21	2.477	1
Tejo	0	0	2	1.001	11	575	2	32	0	0	0	0	15	1.608	2	21.619
Santos	0	1.083	0	1.014	0	651	0	513	0	484	0	439	0	4.181	10	14.346
Cachofarra . .	471	2.023	112	1.776	19	2.258	999	836	912	849	2.431	242	4 944	7.984	1.896	5.362
Total . . .	4.541	3.109	3.739	3.792	3.553	3.488	1.134	1.507	4.918	1.504	7.037	769	24.922	14.169	7.458	46.100

Nota:

Nac. — Nacional
Est. — Estrangeiro

Nota: O consumo relativamente reduzido de combustível estrangeiro (14.169 ton.) verificado no 1.º semestre de 1952 (redução que se espera se acentue no 2.º semestre) representa significativamente os primeiros efeitos da política de electrificação nacional.

Podem resumir-se as condições de funcionamento das centrais térmicas, no 1.º semestre de 1952, pelas considerações seguintes (em parte já referidas em 3.5.3.):

a) a central de Massarelos funcionou sempre (excepto em Abril, para trabalhos de reparação), queimando exclusivamente, pode dizer-se (o consumo de combustível estrangeiro não atinge 1/1000), combustíveis nacionais pobres;

b) as centrais Tejo e de Caniços funcionaram, de forma absolutamente episódica, aquela em serviço de reserva por motivo de segurança num período em que isso interessou, e esta por necessidade de compensação para regulação da tensão;

c) a central de Santos, de que razões técnicas da rede da CCFL não permitiram ainda reduzir a zero a produção, diminuíu todavia, desde Novembro de 1951 a Junho de 1952, o consumo de combustível para cerca de 1/4;

d) a central da Cachofarra, cujo funcionamento se referiu ser indispensável até à entrada em serviço da subestação de Setúbal da C. N. E., deverá parar em Setembro.

Deste conjunto de circunstâncias, resultou, para a rede das empresas do R. N. C., uma produção térmica da ordem de 6 %, no 1.º semestre de 1952; deste valor de 6 % poderá ainda deduzir-se a produção com combustível nacional, vindo a parte da produção com combustível estrangeiro a ser apenas de menos de 4 %, no 1.º semestre de 1952. Deverá ainda este significativo valor de 4 %, provàvelmente, baixar no 2.º semestre, a não ser que a estiagem venha a prolongar-se anormalmente além de meados de Novembro; podem esperar-se, nos próximos tempos, valores quase nulos, em todos os anos que não sejam hidrològicamente secos, desde que continue a manter-se o ritmo da realização de aproveitamentos hidráulicos, com margem suficiente em relação ao desenvolvimento do consumo, em execução da mais conveniente política a bem da economia nacional.

Nota final:

Ao concluir este trabalho e aproveitando a tranquilidade do período de férias em que me foi possível prepará-lo, refaço mentalmente o balanço da actividade que se desenvolveu no primeiro ano do R. N. C. e que nele se descreve, e considero se haverá realmente utilidade na sua publicação, certo como estou de que, dentro de algum tempo, os critérios expostos terão sido aperfeiçoados, as dificuldades esboçadas terão (para darem, talvez, lugar a outras) desaparecido, os desejos entrevistos terão sido realizados. Parece-me que, mesmo assim, a sua publicação será útil (neste lugar, evidentemente, por, sobretudo, permitir aos alunos da escola superior, de que esta revista é órgão, anteverem o panorama da rede eléctrica nacional); e, pròpriamente quanto à minha referida preocupação, pensando melhor, parece-me que este trabalho, pelo desenvolvimento com que foi elaborado, poderá constituir uma contribuição para a história do primeiro *ano do R. N. C. e, portanto, não será de estranhar que nele venham a ser encontrados os* primeiros *critérios, as* primeiras *dificuldades, os* primeiros *desejos.*

Que possam vir a ser apresentadas (independentemente de outros trabalhos, sobre o assunto, de mais categorizada autoria) novas realizações do R. N. C. melhorando, em muito, as do seu primeiro ano (em futuros trabalhos publicados por mim ou por quem um dia venha a desempenhar as minhas funções) — são os mais sinceros votos que o meu gosto e o meu entusiasmo por esta obra, ora iniciada, podem formular.

Agosto de 1952.

VIDA ESCOLAR E ASSOCIATIVA

PONTOS DE EXAME

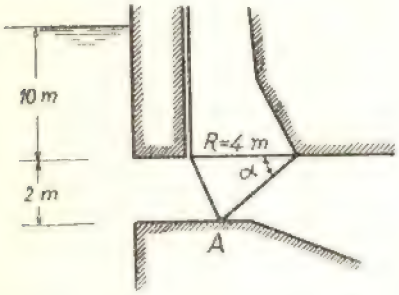
Hidráulica geral

Exame final — Outubro — 1952

1 — Uma comporta de sector, com face plana, de 5 metros de largura, está instalada na descarga de fundo de um reservatório, nas condições indicadas no esquema. A comporta é manobrada, para a abertura, por dois cabos verticais fixados às suas extremidades lateriais.

Pede-se a força a aplicar a cada cabo para iniciar o movimento de abertura, sabendo-se que o peso total da comporta é de 50 Ton. e que a linha de acção do peso na posição — comporta fechada — passa por um ponto projectado em A. Desprezam-se os atritos e admite-se que dispositivos de vedação impedem a passagem da água para a parte superior da comporta.

Indique, também, se o esforço nos cabos aumenta ou diminue, depois de iniciado o movimento de abertura, sabendo que a água se escoa em superfície livre.



$\alpha = 30^0$

$l = 5$ m.

2 — Uma bomba, instalada conforme indica o esquema, lança numa conduta de 1.000 metros de comprimento e saída livre para a atmosfera um caudal de 600 l/seg. A potência fornecida à bomba é de 100 CV e sabe-se que o seu rendimento, que se considera constante, é de 80 %.

Pretendendo-se elevar para o dobro o caudal bombado instalou-se, em paralelo com a primeira bomba, uma segunda de idênticas características. Indicar se o procedimento foi eficiente e calcular o caudal elevado nestas condições, desprezando as perdas de carga nas condutas de aspiração das bombas e nos troços de ligação à conduta de 1.000 metros, assim como as alturas cineticas.

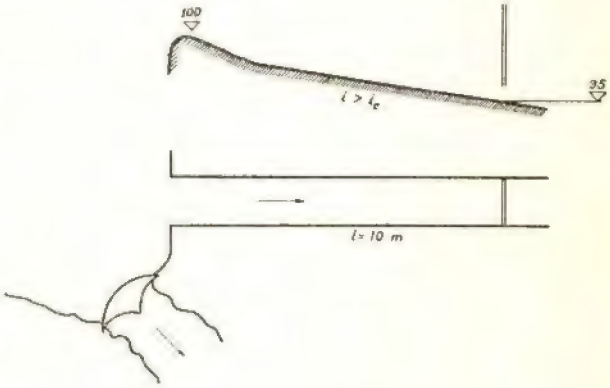
Calcular o caudal bombado se as duas bombas se instalassem em série.

Indicar como se deveria proceder para poder bombar, de facto, o caudal desejado.

3 — O canal de desvio de uma albufeira criada por uma barragem tem a largura de 10 metros e soleira de entrada, em descarregador de crista arredondada à cota 100. A inclinação do canal é forte e a sua secção rectangular.

Qual a cota de coroamento da barragem, para que, com uma folga de 0,50 metros, se possa escoar no canal o caudal de 250 m³/seg. ?

Num ponto em que a soleira do canal se encontra à cota 95, existe uma comporta plana, rectangular, vertical. Qual a mínima abertura da comporta sem influência no caudal escoado? Desprezam-se as perdas de carga no canal entre a soleira de entrada e a comporta e admite-se um coeficiente de vazão de 0,6 para esta.



4 — Na escolha e instalação duma turbina de reacção qual a forma de conseguir aplicar uma turbina com número de rotações mais elevado sem prejuízo das suas condições de resistência à cavitação.

5 — Indique o que entende por turbina específica e turbina característica e qual se lhe afigura melhor para a realização de ensaios em modelo reduzido.

Eng.º Civil — Todas as questões

Eng.º Mecânica e Electrotécnica — 1.ª e 2.ª questões

ATELIERS NEYRET-BEYLIER & PICCARD-PICTET

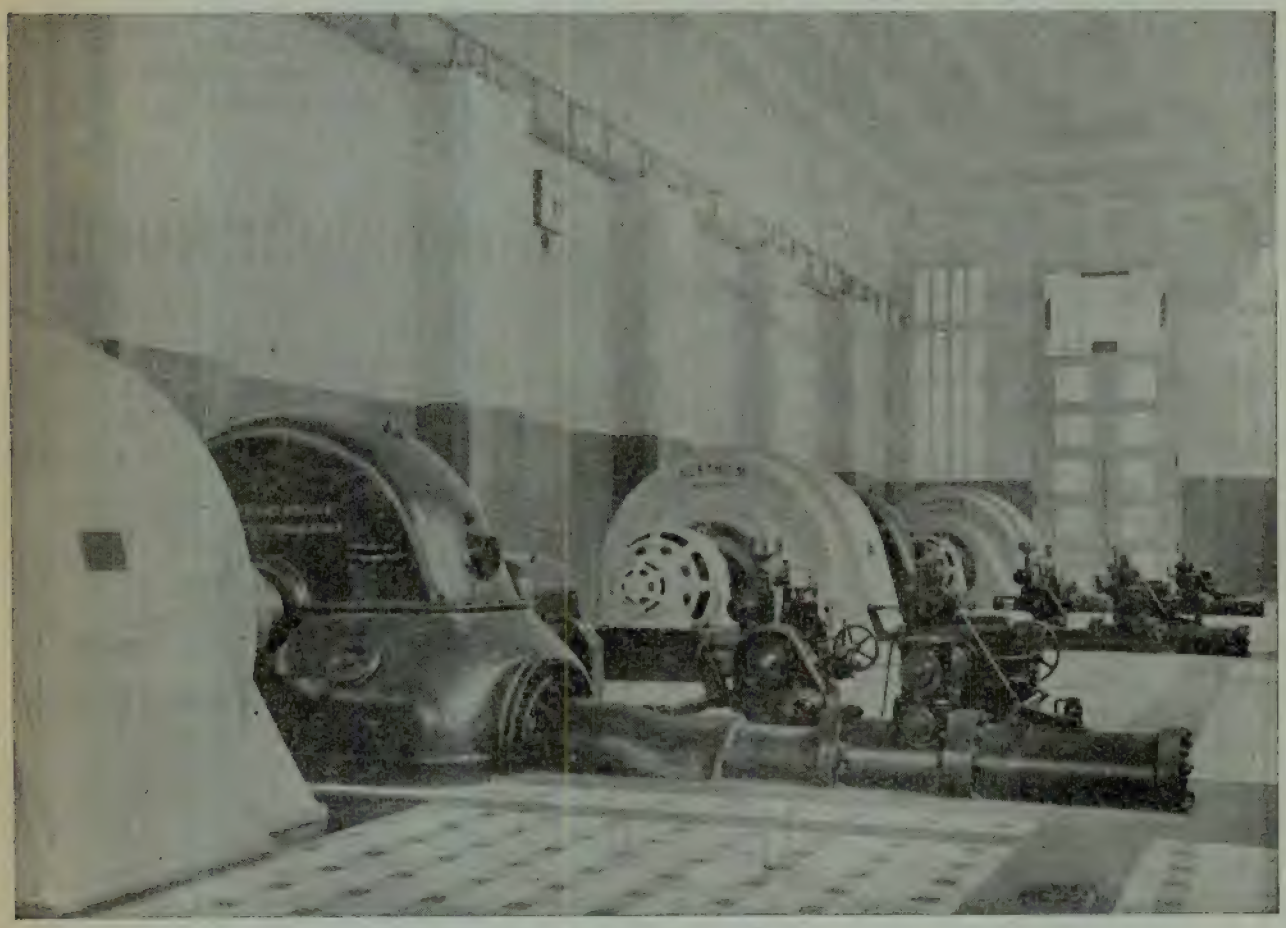
GRENOBLE

LABORATÓRIO DE ENSAIOS HIDRÁULICOS

EQUIPAMENTOS DE QUEDAS DE ÁGUA

HIDRÁULICA AGRÍCOLA — REGA

EQUIPAMENOS DAS GRANDES BARRAGENS



Central de «BISSORTE»

3 turbinas «**PELTON**» de 40.000 CV, s/ 1.130 m.

EM PORTUGAL:

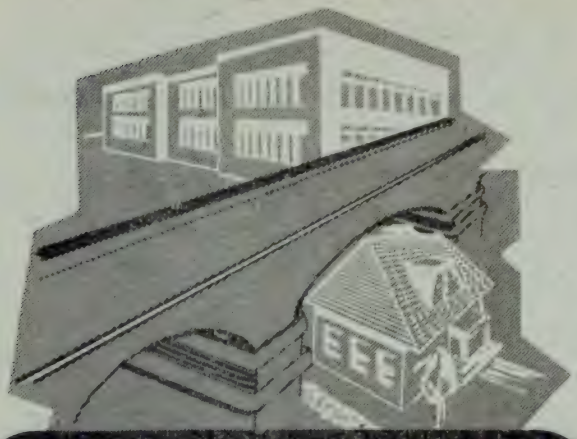
LABORATÓRIO DE HIDRÁULICA
NA AMADORA

"NEYRPIC"

R. Vice-Almirante João António de Azevedo Coutinho

AMADORA Telef. VENDA NOVA 48

Em qualquer construção



O Material RUBEROID

O primeiro e ainda o melhor
(inventado em 1891)

Garantido por mais de 50 anos de experiência em todos os climas do mundo

Escolhido para:

Hospital Escolar de Lisboa
Hospital Escolar do Porto
Barragem do Castelo do Bode
Palácio Atlântico — Porto

RUBEROID A IMPERMEABILIZAÇÃO PERFEITA

REPRESENTANTES EM PORTUGAL E COLÓNIAS

LEACOCK · LISBOA · L.DA AV. 24 DE JULHO, 16 - TEL. 61127/8

TINTAS DYRUP

UMA TINTA QUE PINTA

FÁBRICA DE
TINTAS DE SACAVÉM
S. A. R. L.

SACAVÉM — PORTUGAL

TEL. { SACAVÉM 105 E 186
LISBOA 42651 42156

SOPECATE

Sondagens e Fundações
Rua do Arsenal, n.º 146-2. Esq.º
Telefone 34010 LISBOA

Executou as estacas de betão armado moldadas no terreno, para a fundação dos pórticos do pano de fundo do cinema CONDES.

C. D. 624.131.522

Cálculo expedito de tensões de segurança e de assentamentos de fundações

PELO ENG.º CIVIL (I. S. T.) ÚLPIO NASCIMENTO
Assistente do Laboratório Nacional de Engenharia Civil

Sumário — As principais limitações que se põem no dimensionamento de fundações são o seu afundamento quer por rotura plástica quer por consolidação dos terrenos de fundação. A primeira limitação é geralmente atendida pela fixação da tensão de segurança; a segunda, de consideração menos frequente, implica um cálculo de previsão de assentamentos que exige o conhecimento da compressibilidade do terreno.

Neste trabalho apresentam-se processos de cálculo expedito e tabelas com valores de tensões de segurança e de módulos de resistência dos terrenos que permitem tais cálculos com aproximação suficiente para a maioria dos casos correntes. Exemplificam-se algumas aplicações em sapatas, num aterro de estrada e numa barragem de terra.

1 — **Hipóteses de cálculo** — Consideremos (fig. 1) uma carga Q transmitida ao terreno por intermédio duma superfície de contacto de área A. A tensão média σ exercida sobre o terreno será

$$\sigma = \frac{Q}{A} \qquad (1)$$

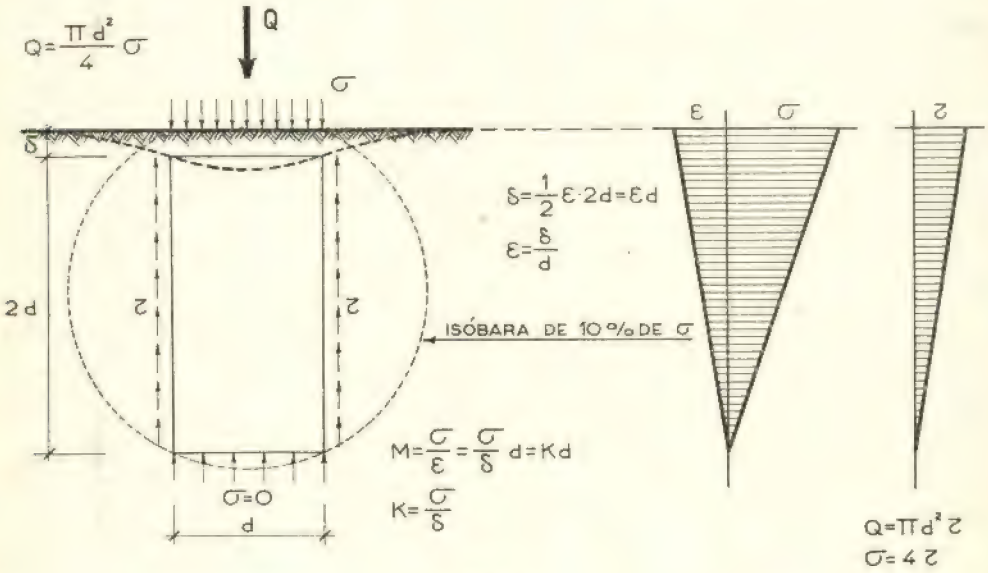


Fig. 1

Se a superfície de contacto for circular de diâmetro $d = 2R$, as tensões verticais no eixo da carga induzidas à profundidade z, supondo o terreno elástico, homogéneo e isótropo, degradam-se ràpidamente segundo a conhecida lei de Boussinesq ([5]).

$$\sigma_z = \sigma \left\{ 1 - \left[\frac{1}{1 + (R/z)^2} \right]^{3/2} \right\} \qquad (2)$$

Simplifiquemos porém o problema supondo que a tensão se degrada no terreno segundo uma lei linear e se anula à profundidade 2d

(fig. 1), visto que a tal profundidade as tensões verticais são inferiores a 10 % de σ [1].

Estas tensões σ_z comprimem o terreno provocando nas sucessivas camadas de altura Δ_z assentamentos δ_z de que resultam extensões ou assentamentos específicos ε_z dados pela relação

$$\varepsilon_z = \frac{\delta_z}{\Delta_z} \tag{3}$$

Supondo que há proporcionalidade entre as tensões σ_z e as extensões ε_z, isto é, que é constante a relação

$$M = \frac{\sigma_z}{\varepsilon_z}, \tag{4}$$

o assentamento total δ, integral das extensões ε_z, será a área do triângulo representado na fig. 1, ou seja

$$\delta = \frac{1}{2}\,\varepsilon\, 2\,d = \varepsilon\, d \tag{5}$$

donde

$$\varepsilon = \frac{\delta}{d} \tag{6}$$

Sendo ε a extensão à superfície do terreno.

A eq. 4 pode então escrever-se

$$M = \frac{\sigma}{\delta}\, d = K\, d \tag{7}$$

sendo

$$K = \frac{\sigma}{\delta} \tag{8}$$

K é o clássico *coeficiente de reacção* de Winkler [2] e M é o que chamamos *módulo de resistência,* espécie de módulo de elasticidade do terreno, já referido por Terzaghi [3].

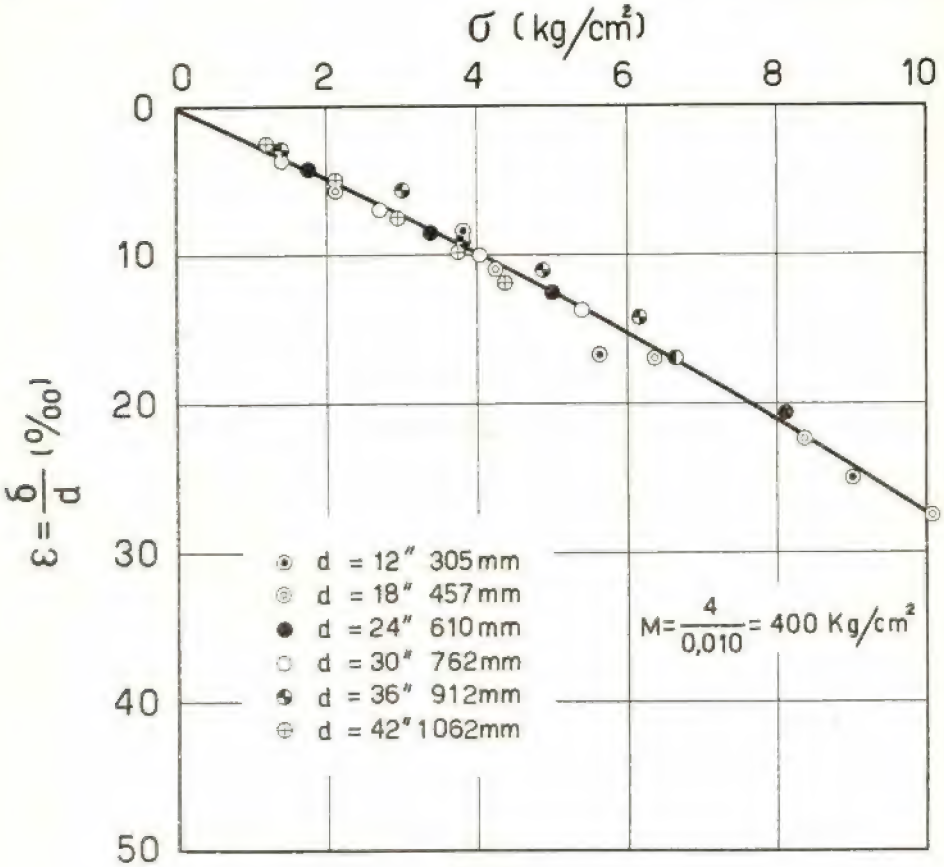


Fig. 2

O coeficiente de reacção K, visto que depende de d, não é característica intrínseca do terreno. O módulo de reacção M, pelo contrário, caracteriza convenientemente a compressibilidade do terreno, como se prova no diagrama da fig. 2 que traçámos com dados colhidos dos trabalhos de McLeod no Canadá [4]. Com efeito, pode reduzir-se a uma única curva de carga rela-

cionando σ com ε os resultados de ensaios de carga feitos com 6 placas circulares de diâmetros diferentes.

Da fig. 1 se deduz ainda que, sendo τ a tensão tangencial no terreno, suposta também decrescendo linearmente com a profundidade até se anular à profundidade 2 d,

$$Q = \pi d . 2 d . \frac{\tau}{2} = \pi d^2 \tau ,$$

donde

$$\sigma = 4 \tau \qquad (9)$$

Quer dizer, a tensão de contacto com o terreno duma superfície de carga circular é apròximadamente quádrupla da tensão tangencial assim induzida no terreno.

Em primeira aproximação pode pois escrever-se que a *tensão de rotura ao afundamento* τ_r, anda à roda do quádruplo da *resistência ao corte* τ_r

$$\sigma_r = 4 \tau_r \qquad (10)$$

Como em terrenos coerentes de fraco atrito interno a resistência ao corte τ_r é sensìvelmente metade da respectiva resistência à compressão simples σ_{or},

$$\tau_r = \frac{1}{2} \sigma_{or} , \qquad (11)$$

pode transformar-se a equação (10) nestoutra

$$\sigma_r = 2 \sigma_{or} \qquad (12)$$

A *tensão de segurança* σ_s, para um coeficiente de segurança $S = 2$, será portanto

$$\sigma_s = \frac{\sigma_r}{2} \qquad (13)$$

ou

$$\sigma_s = \sigma_{or} \qquad (14)$$

Esta expressão é apenas válida para sapatas isoladas; para sapatas contínuas a tensão de segurança terá de ser aproximadamente 75 % deste valor [5].

2 — **Tensões de segurança** — Se o terreno sob a fundação a estudar é relativamente homogéneo até uma profundidade da ordem de grandeza de 2d, sendo *d* a menor dimensão da superfície da fundação, não será grande o erro que se comete em adoptar para tensões de segurança os valores dados por (13) ou (14).

Os valores de σ_r serão determinados em *ensaio de carga* «in situ» enquanto que os de σ_{or} serão determinados sobre *amostras intactas* do terreno, por meio de *ensaios de corte*, de *compressão simples* ou *compressão triaxial*, conforme as naturezas do problema e do terreno mais aconselhem.

Como primeira aproximação indicam-se no entanto no quadro I valores das tensões de segurança, para alguns terrenos mais correntes [6].

QUADRO I

Tensões de segurança em terrenos de fundação [1]

Natureza do terreno	Tensão de segurança Kg/cm²
Terrenos arenosos	
Areia muito fina, solta ou submetida a movimentos ascensionais de água (areias movediças)	0 a 0,5
Areia molhada	1 a 2
Areia fina, seca e firme	2 a 3
Areia grossa e firme	3 a 6
Areões e areias grossas em camadas espessas	5 a 8
Terrenos argilosos	
Argilas moles	0 a 1
Argilas moles, quando impedidas de deslocamentos	1 a 2
Argilas em camadas espessas de consistência média ou dura . . .	2 a 4
Argilas em camadas espessas quando sempre secas	4 a 6
Terrenos argilo-arenosos	
Areia e argila mole, misturadas ou em camadas	1,5 a 2
Siltes e argilas duras misturadas com areia	3 a 5
Areões e areias compactas e bem cimentadas com argila	6 a 8
Terrenos rochosos	
1/5 da resistência da rocha à compressão simples	

[1] Compilado de Terzaghi and Peck, «Soil Mechanics in Enginneering Pratice» New-York, Jonh Willey, 1948, págs. 416 e 417.

3 — **Assentamentos** — A ordem de grandeza dos assentamentos que experimenta uma fundação de largura *d* pode determinar-se, com erro admissível em primeira aproximação, pela expressão deduzida da eq. (7).

$$\delta = \frac{\sigma}{M} \times d \qquad (15)$$

Supõe-se que M é constante pelo menos até à profundidade 2d, isto é, que o terreno é aceitàvelmente homogéneo até essa profundidade.

Note-se que, com esta aproximação, numa fundação contínua, os assentamentos são independentes da largura da sapata pois que

$$\sigma = \frac{Q}{d} \qquad (16)$$

donde

$$\delta = \frac{Q}{M} \qquad (17)$$

que é, como se vê, independente de d.

Quer dizer, pouco adianta alargar as sapatas contínuas de fundação com o fim de lhes diminuir os respectivos assentamentos.

O valor do módulo de resistência, indispensável para os cálculos de assentamentos, determina-se quer por *ensaios de carga* no próprio local, quer por *ensaios edométricos* ou *triaxiais* realizados em laboratório sobre amostras intactas.

No quadro II apresentam-se alguns valores de M, apenas válidos para uma primeira orientação.

4 — **Exemplos**

a) *Estrutura a fundar* — Sapata isolada para suportar uma carga Q de 50 ton.

Terreno — Aluviões lodosas, sobre «bed-rock» muito profundo.

$$\sigma_s = \sigma_{or} = 2 \text{ kg/cm}^2; \; M = 50 \text{ kg/cm}^2$$

Dimensão da sapata eq. (1).

$$A = \frac{50 \text{ ton}}{20 \text{ ton/m}^2} = 2{,}5 \text{ m}^2 \; (2{,}00 \times 1{,}20 \text{ m})$$

QUADRO II

Módulo de resistência de terrenos de fundação

Natureza do terreno	Módulo de resistência Kg/cm²
Lodos argilosos e siltosos recentes, superficiais, apenas sujeitos à consolidação do próprio peso	10 a 100
Areias recentes superficiais, sujeitas à consolidação do peso próprio	50 a 500
Argilas e siltes consolidados (formações quaternárias, terciárias, etc.)	1000 a 10000
Terrenos argilo-arenosos, consolidados (saibros terciários, saibros graníticos «in situ», etc.)	5000 a 50000

Assentamentos eq. (15).

$$\delta = \frac{2 \text{ kg/cm}^2}{50 \text{ kg/cm}^2} \times 120 \text{ cm} = 4{,}8 \text{ cm}$$

b) *Estrutura a fundar* — Sapata contínua para suportar uma carga Q de 20 ton/metro

Terreno — O mesmo do exemplo anterior

$$\sigma_s = 0{,}75 \; \sigma_{or} = 1{,}5 \text{ kg/cm}^2; \; M = 50 \text{ kg/cm}^2$$

Largura da sapata (eq. 16)

$$d = \frac{20 \text{ ton}}{15 \text{ ton/m}^2} = 1{,}3 \text{ m}$$

Assentamentos eq. (17).

$$\delta = \frac{200 \text{ kg/cm}}{50 \text{ kg/cm}^2} = 4 \text{ cm.}$$

c) *Estrutura a fundar* — Aterro de estrada com 6 m de altura e 12 m de base, carregando o terreno de fundação com uma tensão de

$$\sigma = 6 \text{ m} \times 2 \text{ ton/m}^3 = 12 \text{ ton/m}^2$$

Sendo 2 ton/m³ a baridade do aterro.

Terreno — Igual ao do exemplo anterior

$\sigma_s = 0{,}75\ \sigma_{or} = 1{,}5\ kg/cm^2$; $M = 50\ kgcm/^2$

Afundamento por rotura plástica

$$12\ ton/m^2 < 15\ ton/m^2$$

Não é de prever rotura.

Assentamentos eq. (15).

$$\delta = \frac{1{,}2\ kg/cm^2}{50\ kg/cm^2} \times 900\ cm = 22\ cm$$

Tomou-se a largura de 9 m e não de 12 m porque se supõe o peso do aterro, que é trapezoidal, uniformemente distribuído apenas em 9 m. Supõe-se também que o «bed-rock» é mais profundo do que $2 \times 9 = 18$ m.

d) *Estrutura a fundar* — Barragem de terra com 6 metros de altura e 30 metros de base, carregando o terreno com a tensão de

$$\sigma = 6\ m \times 2\ ton/m^3 = 12\ ton/m^2$$

Sendo 2 ton/m^3 a baridade do aterro. *Terreno* — Igual ao anterior, com o «bed-rock» a $h = 10$ m de profundidade.

Afundamento por rotura plástica —

$$12\ ton/m^3 < 15\ ton/m^2$$

Não é de prever rotura.

Assentamento

Das eq. (3) e (4) se tira que

$$\varepsilon = \frac{\delta}{h} = \frac{\sigma}{M}$$

donde

$$\delta = \frac{\sigma}{M}\ h = \frac{1{,}2}{50} \times 1000 = 24\ cm.$$

Bibliografia

(1) — Burmister, D. M. — Discussão no *Symposium on Load Tests of Bearing Capacity of Soils*, A. S. T. M., 1947, pág. 139.

(2) — Hetenyi, H. — Beams on Elastic Foudation, the University of Michigan Press, 1946.

(3) — Terzaghi, K. — *Theoretical Soil Mechanics*, New York, John Willey & Sons, 1944.

(4) — Mc Leod — Trabalho presente no *Symposium on Load Test of Bearing Capacity of Soils*, A. S. T. M., 1947.

(5) — Terzaghi, K., and Peck, B. — Soil Mechanics in Engineering Practice, New York, John Willey & Sons, 1948.

(6) — Úlpio Nascimento — *Mecânica dos Solos*, Tabelas Técnicas, I. S. T., Lisboa, 1949.

DO MUNDO TÉCNICO

C. D. 669.136

Ferro fundido com grafite esferoidal

Estudo de algumas propriedades

Por M. BALLAY, R. CHAVY, T. GRILLIAT

«Revue du Nickel» de 4, 5 e 6 de 1952

A — Propriedades mecânicas antes e depois de recozimento ferritizante.

Dado o alto interesse actual no que se refere ao ferro fundido com grafite esferoidal, obtido como se sabe a partir da adição de um elemento químico por intermédio de uma liga adequada, vão apresentar-se a seguir alguns resultados verificados em ensaios com duas amostras do ferro fundido em questão que se obteve por adição de magnésio, e tiradas de blocos de ensaio especiais.

Provetas utilizadas nos ensaios

1 — *Tracção*

a) Tipo T_1, para ferro fundido pouco ductil de cabeça roscada, com 12,5 mm de diâmetro e 20 mm de comprimento na parte calibrada, resultando uma relação l/d = 1,6.

b) Tipo T_3 para ferro fundido ductil, com cabeça lisa e de relação l/d = 7,23.

2 — *Flexão por choque*

a) Prisma de dimensões 40 × 40 × 200 mm ensaiada sobre apoios distando 160 mm.

b) Prisma de dimensões 10 × 10 × 55 sobre apoios distando 40 mm.

3 — *Corte* — Proveta cilíndrica de 5,64 mm diâmetro.

4 — *Flexão* — Peça prismática com 8 × 10 × 35 mm sobre apoios distando 30 mm.

5 — *Dureza Brinnel* — Máquina Bollée com esferas de tungstênio de 10 e 5 mm de diâmetro sob pressões de 3.000 e 750 kg, respectivamente.

Prepararam-se dois tipos de ferro fundido com grafite esferoidal cada um de 200 kg, tendo sido qualquer deles elaborado em crisol.

Bloco H — Obtido por intermédio da liga Ni — Mg — Si. Procurou-se obter uma estrutura ferrito-perlítica, cuja composição ficou a que se segue.

C = 3,3 %	P = 0,02 %
Mn = 0,24 %	Ni = 1,13 %
Si = 2,52 %	Mg = 0,14 %

O exame micrográfico apresenta uma matriz ferrito-perlítica em que a ferrite varia entre 30 e 50 % e a grafite se encontra em cerca de 95 % no estado esferoidal.

Bloco I — Obtido por meio de liga Ni — Mg, procurando-se obter uma estrutura perlítica, tendo-se utilizado níquel em excesso de maneira a determinar qual a influência deste elemento. A composição ficou como se indica:

C = 3,4 %	P = 0,06 %
Mn = 0,47 %	Ni = 3,25 %
Si = 2,71 %	Mg = 0,17 %

Os resultados dos ensaios mecânicos destes dois tipos de ferro com grafite esferoidal apresentam-se no quadro da página seguinte.

B — Observações diversas

1 — *Resistividade eléctrica* — Esta foi medida sobre a parte calibrada da proveta de tracção T_3 e sobre provetas de 10 mm de diâmetro utilizadas para a determinação do módulo de elasticidade. Faz-se notar, no quadro que se segue, que com teores iguais em Si, o ferro fundido com grafite esferoidal, tem uma resistividade bastante menor, que o ferro fundido com grafite lamelar.

Tipo	Si %	Estado bruto	Recozido		Têmpera	
		Resistivid. micro ohms cm²/cm	Tratamento	Resistividade	Tratamento	Resistividade
H	2,52	54	6 h a 730°	52-52,5	Em óleo 875°	65,8
I	2,71	62	8 h a 725°	58,5	Em óleo 860°	70,5

A diferença de resistividade entre o ferro fundido H e o ferro fundido I, provém sem dúvida da maior percentagem de Ni que este contém, apesar de possuir um pouco mais de silício.

Por outro lado, é de notar que a resistividade é mais elevada no estado martenzítico que no estado de recozido.

2 — *Ensaios de flexão estática e dinâmica* — A determinação dos módulos de rotura à flexão sobre provetas de dimensões diferentes mereceu dos autores a sua atenção e apesar do número de ensaios ter sido pequeno, com resultados por vezes muito dispares, poderam constatar os factos seguintes:

a) Importante variação do módulo de rotura com a secção da proveta e distância entre apoios, para o ferro fundido com grafite esferoidal.

	Estado	Duresa 750/5	Proveta	Tracção			Carga rotura / Dureza	Flexão Frémont			Corte		Flexão por choque			
				Carga rotura kg/mm²	Limite elastec kg/mm²	Along. rotura %		Carga rotura kg	Flexa rotura mm	Módulo rotura kg mm²	Carga rotura kg mm²	Carga, rotura / Dureza	Resiliência kg. m/cm²	Idem com entalhe 2 mm	Idem com entalhe 3,5 mm	Idem com entalhe 5 mm
Tipo H	Em bruto	220	T_3	65,3	41,3	7,1	0,295	1712	0,9	120	49,6		2,13	0,52	0,37	0,36
			T_3	64,7	38,7	9,1	0,29	2005	1,8	140	48,8	0,225	2,06	0,46	0,38	0,37
			T_3	64,7	42,7	6,0	0,29				49,2		1,52			
			T_3	66,7	41,0	6,4	0,30						2,00			
	Recozimento de 6 h a 730°	170	T_3	47,3	34,6	16,4	0,28	1520	3,7	107	37,2		12,1	1,67	1,27	1,06
			T_3	47,3	34,6	21,0	0,28	1582	4,0	111	36,8	0,218	11,8	1,09	1,09	0,97
			T_3								37,6					
Tipo I	Em bruto	308	T_1	81,5	73,4	1,2	0,265	1925	0,4	135	66,	0,217	1,0	0,34		0,35
				80,0	73,4	1,3	0,260	1985	0,4	139	67		1,25	0,34		0,38
				75,3	74,9	0,8	0,245				66					
				83,0	75,7	1,8	0,270				67,2					
			T_3	78,0	69,0	1,2	0,255				67,6					
				78,7	65,4	1,1	0,255				66					
				73,3	66,6	1,3	0,240									
				84,6	66,6	1,7	0,275									
				78,7	60,0	1,0	0,255									
	Recozimento de 8 h a 725°	213	T_1	58,9	53,7	11,6	0,275	1890	2,2	132	44	0,192	5,1	0,47	0,37	0,38
				58,4	54,8	10,4	0,275	1700	2,0		44,4		5,1	0,39	0,38	0,38
			T_3	59,3	50,0	13,7	0,275				44					
				59,2	52,0	13,6	0,275									

b) Entre as provetas ensaiadas, a de 10 × 10 × 55 não entalhada deu a maior flexa, o que pode ser interessante para a determinação da ductilidade por flexão.

c) Os valores das cargas de rotura à flexão em provetas Frémont e sobre provetas 10 × 10 × 35 com entalhe de 2 mm pouco diferem nos ferros fundidos com grafite esferoidal ou grafite lamelar.

Conclusões

Pelos resultados obtidos, fàcilmente se verifica que as propriedades do ferro fundido com grafite esferoidal podem variar entre vários limites e consequentemente o campo da sua aplicação.

No seu estado bruto, isto é, antes de ter sofrido qualquer recozimento, os ferros fundidos perlíticos possuem resistências à tracção mais elevada que os de grafite lamelar; obtiveram-se resistências de 75 — 80 kg/mm² para alongamentos de rotura evidentemente muito pequenos, por vezes pràticamente nulos. Apesar disso não deixa de mostrar uma certa deformação plástica, pois que estes resultados foram obtidos em provetas de relação l/d = 7,23.

Ainda no estado bruto, com uma matriz ferrito-perlítica se verificam alongamentos de rotura à tração da ordem dos 10 %, valor este ainda sujeito a rectificações, antes que seja lançado no campo industrial.

No estado de recozido com matriz inteiramente ferrítica chegam a obter-se alongamentos também da ordem dos 10 % e com resistências da ordem dos 42 kg/m².

Como se verifica o ferro fundido com grafite esferoidal possui um limite elástico mais elevado que o ferro fundido maleável e poderá ultrapassar o domínio deste visto que as limitações provenientes da espessura deixarão de existir, não parecendo difícil que valores da ordem de 150 m/m para espessura de peças fundidas possam ser ultrapassados com este novo tipo de ferro fundido o que nos leva em especial a dizer que o aço vazado sujeito a tratamento e o ferro fundido com grafite esferoidal nos seus estados de prè-recozimento possuem propriedades muito semelhantes.

C. D. 534.835.002.2

A transmissão do som em edifícios de tijolo

«El Arquitecto constructor», Março-Abril 1952

Este artigo trata do problema da transmissão do som nos edifícios, referindo-se em especial às construções em tijolo.

Estuda a forma como o som se transmite ; proporciona um ábaco para determinar as espessuras necessárias para se conseguir o isolamento desejado em alguns casos particulares e aconselha alguns detalhes construtivos destinados a impedir a transmissão dos ruídos de uns edifícios aos vizinhos.

Transmissão de som

É necessário considerar dois tipos distintos de ruídos: os produzidos por uma «vibração do ar» como a conversação e a rádio, e os de «impacto» ou «contacto», provocados por uma pancada directa sobre o solo ou a parede.

Relativamente aos primeiros, deve ter-se em conta que podem ser transmitidos de uma parte para outra da estrutura por três meios:

1. – Por caminhos directos no ar, passando por portas e janelas abertas e inclusivamente através de materiais excessivamente porosos. (Uma porta que não feche bem pode permitir a passagem de grande quantidade de ruído ainda que fechada).

2. — Por transmissão em forma de ondas de compressão através dos materiais que constituem a parede.

3. — Por vibração da parede, actuando à maneira de diafragma, que transmite ondas sonoras ao outro lado.

Na fig 1 representa-se, esquemàticamente, a transmissão do ruído numa estrutura contínua.

É essencial a ausência de passagens directas, evitando ranhuras, tanto na estrutura como nos aros das portas e janelas.

Dentro da zona de influência, os ocupantes de qualquer habitação recebem o ruído de todas as paredes, piso e teto.

A vibração sonora do ar comunica-se a todas as superfícies que limitam a habitação.

As vibrações transmitem-se através da estrutura em todas as direcções amortecendo-se ligeiramente com a distância.

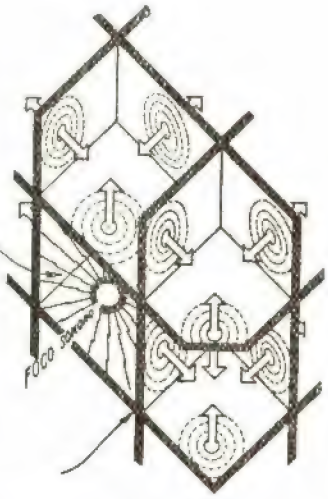


Fig. 1 — Esquema da transmissão das ondas sonoras num edifício de estrutura contínua

Propriedades das paredes maciças

Nas paredes maciças, a quantidade de sons transmitida por vibração depende exclusivamente do peso do material que as constituem. Estes 2 factores não estão relacionados por uma simples proporção e é fácil provar que aumentando a espessura da parede para o dobro não se reduz a metade a transmissão do som. Estão relacionados por uma expressão logarítmica, o que impõe um limite económico ao intento de conseguir o isolamento requerido à custa de aumento da espessura da parede maciça.

As paredes ou tabiques com câmara de ar são muito inferiores como isolantes de ruído às paredes maciças do mesmo peso.

Emprego do diagrama

Na fig. 2 reproduz-se um diagrama preparado pela «Estación de Investigaciones de la Edificación» com o objectivo de simplificar a determinação do isolamento necessário em cada caso particular. O modo de o utilizar é o seguinte:

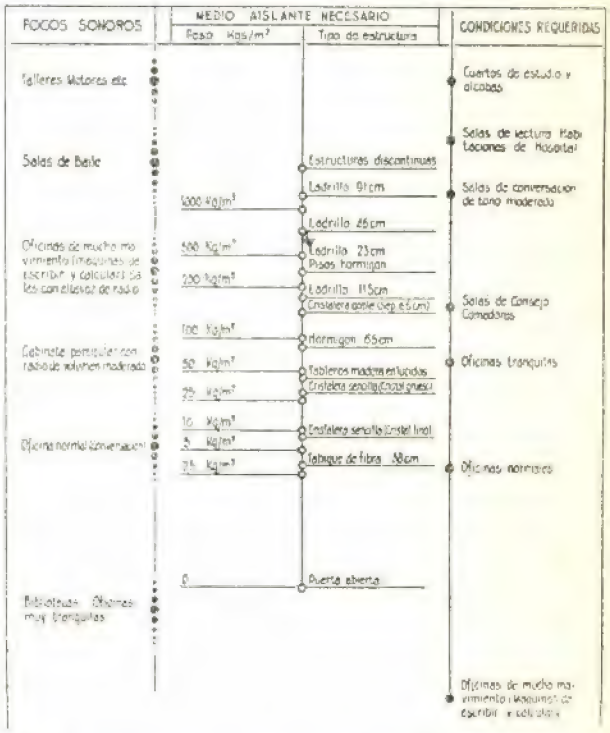


Fig. 2 — Diagrama para apreciar o poder isolante contra as vibrações sonoras do ar das estruturas interiores

Procura-se na escala da coluna da esquerda «focos sonoros» o ruído máximo que se espera vir a produzir-se; depois na escala da coluna da direita procura-se as condições de silêncio que se desejam obter na habitação imediata; unam-se os dois pontos com uma linha recta e no ponto em que esta corta a escala da coluna central indicam-se as condições, espessura e peso que deve dar-se à parede ou tabique separador.

Diagramas similares poderiam ser traçados para o caso de ruídos provocados por «impacto». Para o caso do «impacto» o problema complica-se, pois, neste caso, a energia transmitida à parede é muito maior que quando se trata de vibrações do ar e resulta impraticável conseguir o isolamento à custa do aumento da espessura e peso da parede. O limite económico para isolamento das vibrações sonoras numa estrutura con-

tínua, em tijolo, é de 12 a 23 cm. Quando seja necessário um maior grau de isolamento que o proporcionado por uma parede maciça de 23 cm, ou quando seja preciso isolar de ruídos de «impacto» é forçoso recorrer a estruturas discontínuas. É conveniente assinalar que

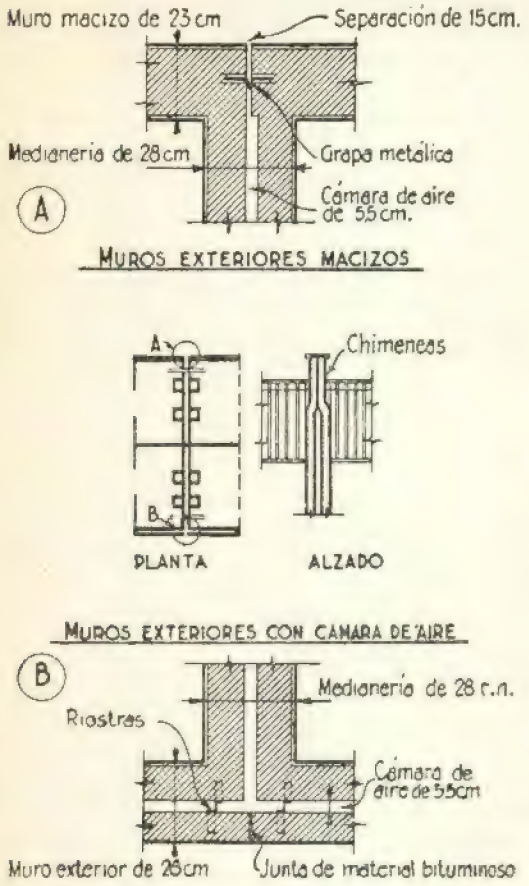


Fig 3

a abertura de cavidades nas paredes de tijolo para as encher de materiais absorventes, tais como serraduras, lã, etc., pode às vezes ser desfavorável ao isolamento acústico.

Estruturas discontínuas

Este método de construção discontínua pode proporcionar um isolamento suficiente contra os ruídos que normalmente se produzem nos edifícios. Para obter vantagem do princípio da discontinuidade deve dedicar-se muito interesse ao projecto de certos detalhes construtivos, como por exemplo as paredes comuns, mas é preciso que este sistema de construção não provoque aumentos de custo desnecessários.

Para que os benefícios deste sistema sejam devidamente obtidos, é indispensável ter presente que, tanto no estudo do projecto como na execução da obra é necessário atender a estes princípios duma maneira total e completa. Não assegurar uma adequada descontinuidade em qualquer ponto pode anular as precauções tomadas noutro sítio do edifício. Não obteriamos vantagem assinalável construindo cuidadosamente uma parede comum com câmaras de ar e descuidando a discontinuidade das paredes exteriores ou das saídas das chaminés.

Paredes comuns

Na fig. 3 reproduzem-se alguns detalhes construtivos de paredes comuns isolantes do som, cujo uso é cada vez mais necessário, devido ao emprego de receptores de rádio.

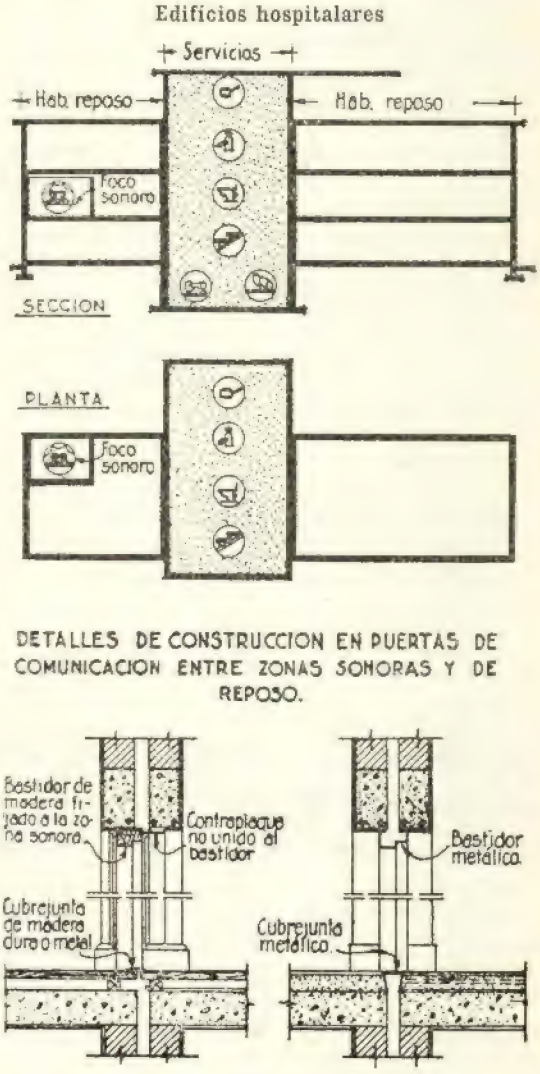


Fig. 4

A parede comum e as paredes exteriores devem considerar-se simultâneamente. A primeira deve ter uma câmara de ar que separe as paredes de tijolo de ambas as casas; não devem existir travamentos «riostras» atravessando esta câmara e tanto as paredes como as fugas das chaminés devem subir completamente

separadas desde os alicerces até ao nível da cobertura.

A este nível é preciso unir as chaminés, o que deve fazer-se situando antes uma capa horizontal de amianto que isole a parte alta da baixa das chaminés, evitando assim a transmissão de ruídos de uma para a outra casa.

Quando as paredes exteriores forem maciças, deve deixar-se entre as duas casas contíguas uma separação de $^1/_2$ polegada a qual se protege com uma folha de metal «deployé» que deve alcançar os alicerces para evitar entradas de humidade.

No caso de paredes exteriores com câmaras de ar, esta deve ter ligação com a da parede comum, e como é indispensável colocar travamento entre as duas paredes e as exteriores, é necessário interromper a continuidade entre as duas casas por meio de uma junta betuminosa vertical contínua.

Hospitais

Termina este artigo mostrando, na fig. 4, algumas disposições tomadas, tanto ao estudar a distribuição como ao executar os detalhes construtivos, para se conseguir duma maneira conjunta um isolamento perfeito aplicável a hospitais e oficinas.

Na parte superior da figura indica-se esquemàticamente como o projectista conseguiu reunir todos os focos sonoros, menos um, agrupando num bloco independente todos os elementos produtores de grandes ruídos: motores, escadas, instalações sanitárias, etc.

Desta maneira o isolamento limita-se a um bloco e a uma habitação.

Na parte inferior da mesma figura estão indicados alguns detalhes construtivos, das portas de comunicação por meio dos quais se pode isolar a parte do edifício que pretende tranquilidade da ruidosa.

C. D. 621.175.1 : 536.2.022
536.2.022 : 621.175.1

Coeficientes de transmissão nos condensadores tubulares horizontais — Correcção da fórmula de Nusselt

Os resultados experimentais têm evidenciado desvios consideráveis dos valores dos coeficientes de transmissão, para vapores condensando-se em «film» sobre um tubo horizontal em que circula água, relativamente aos valores calculados pela equação de Nusselt [1]:

$$\overline{h_N} = 0{,}725 \cdot \left(\frac{k^3_f \cdot \rho^2_f \cdot g L \cdot \lambda}{D \cdot \mu_f \cdot (\Delta t)_m} \right)^{1/4}$$

[1] Para mais fácil confronto, conserva-se a nomenclatura usada no «Chemical Engineers' Handbook», 3.ª ed., págs. 467 e 476

(Do artigo de R. Peck e W. Reddie, «Heat transfer coefficients for vapors condensing on horizontal tubes» — Industrial and Engineering Chemistry, Dez. 51, págs. 1926/31)

cuja dedução, como se sabe, assenta nas duas hipóteses seguintes: — a variação de temperatura através do «film» de vapor condensante é constante em torno do tubo;

— o «film» de condensado não está sujeito a forças de aceleração.

Com o intuito de estudar os desvios mencionados, deduziu-se, independentemente daquelas hipóteses, uma outra equação que relaciona $\overline{h_N}$ com o novo coeficiente $\overline{h_c}$

$$\frac{\overline{h_c}}{\overline{h_N}} = K \cdot \left(\frac{k_f \cdot (\Delta t)_m}{\lambda \cdot \mu_f} \right)^n + M$$

em que K, n e M são constantes a determinar experimentalmente.

Neste sentido efectuaram-se ensaios para o cálculo de $\overline{h_c}$, utilizando vapores orgânicos diversos (metanol, butanol, álcool isopropílico, tetracloreto de carbono, metiletilcetona, nitrometana), com base na expressão:

$$\overline{h_c} = \frac{q}{\pi \cdot D \cdot L_t \cdot (\Delta t)_m}$$

em que q é a quantidade de calor transmitida por unidade de tempo através do tubo, e L_t o comprimento do tubo do condensador (sobre o significado das restantes letras, ver (1).

Estabeleceu-se finalmente a equação semi-empírica:

$$\overline{h_c} = \overline{h_N} \left[0{,}0206 \sqrt{\frac{\lambda \cdot \mu_f}{k_f \cdot (\Delta t)_m}} + 0{,}79 \right]$$

Uma vez calculado $\overline{h_N}$ pela equação de Nusselt para determinadas condições, a equação deduzida permite, mediante um factor correctivo simples em que figura o grupo adimensional $\frac{\lambda \cdot \mu_f}{k_f \cdot (\Delta t)_m}$, obter um valor mais exacto do coeficiente de transmissão, com evidente vantagem no projecto de condensadores tubulares.

C. D. 621.643.2

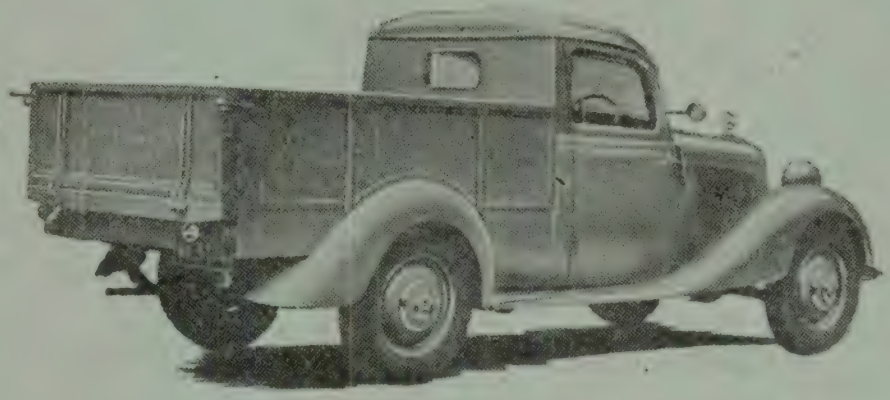
Um novo "pipeline" submarino

Os Serviços de Engenharia da Shell Company of Portugal, tendo em vista uma fácil e rápida descarga dos petroleiros que abastecem a instalação de armazenagem de produtos petrolíferos que aquela Companhia possui na Baía do Porto Grande da Ilha de S. Vicente de Cabo Verde, executaram o lançamento duma tubagem submarina de 16'' de diâmetro, que constituíu uma obra de engenharia de difícil execução. Com efeito devido às más condições em que o trabalho foi realizado (presença de correntes submarinas) e ao alto grau de soldadura requerido para as condutas, é digna de registo não só como obra de engenharia, mas também pelo facto de ter sido pela primeira vez que se realizou um trabalho deste género em território ultramarino.

MERCEDES-BENZ

VIATURAS LIGEIRAS COMERCIAIS

170 D — DIESEL



OS VEÍCULOS UTILITÁRIOS IDEAIS
PARA SERVIÇOS INTENSIVOS

«PICK-UP» e FURGONETA

GRANDE ECONOMIA E COMPROVADA RESISTÊNCIA

(Consumo 6,4 litros de Gasoil aos 100 Kms.)

✸

Representantes

C. SANTOS LDA.

PORTO LISBOA COIMBRA

29 — AV. DA LIBERDADE, 41 — LISBOA

Agentes em todo o País

FORNOS ELÉCTRICOS PARA FUSÃO

FUSÃO RÁPIDA, ECONÓMICA E CONTROLADA

— Fornos «*Birlec-Detroit*» de arco, basculantes, para latão, bronze, cobre, ligas de ferro, etc.

— Fornos «*Birlec-Lectromelt*» de arco para aço e ferro.

— Lares anteriores *Birlec* para fornos de cúpula para sobreaquecimento de ferro em fusão.

— Fornos «*Birlec-Tama*» de indução, de baixa frequência, para alumínio e ligas leves.

— Fornos «*Birlec-Northrup*» de indução, de alta frequência, para metais ferrosos e não ferrosos.

DESDE PEQUENOS FORNOS DE LABORATORIO
ATE ÀS UNIDADES DA MAIS ALTA PRODUÇÃO

BIRLEC **LIMITED**

TYBURN ROAD • ERDINGTON • BIRMINGHAM 24

AGENTES PARA OS FORNOS ELÉCTRICOS DE FUNDIÇAO:

GENERAL ELECTRIC PORTUGUESA, S. A. R. L.

RUA DO NORTE, 5 LISBOA Telefones: 2 8135/6

AGENTES PARA OS FORNOS ELÉCTRICOS PARA TRATAMENTOS TÉRMICOS:

ALHERS, LINDLEY, L.DA

RUA DO FERREGIAL DE BAIXO, 33, 2.º — LISBOA — Telefones: 2 1321/4

LEACOCK (LISBOA), L.DA

AV. 24 DE JULHO, 16 — LISBOA

R. JOSÉ FALCÃO, 185 — PORTO

SECÇÃO DE MÁQUINAS E ELECTRICIDADE

REPRESENTANTES DE:

THE RAWLPLUG COMPANY, LTD.
Material de fixação para construção civil e mecânica.

HOOVER, LTD.
Motores eléctricos desde 1/8 até 3/4 H. P., Monofásicos e Trifásicos.

VERITYS, LTD.
Motores eléctricos desde 1 até 125 H. P.

J. A. CRABTREE & CO. LTD.
Material para instalações de luz: interruptores, fichas, tomadas, etc.
Material para instalações de força: arrancadores, disjuntores, caixas, etc.

TRANSFORMERS & WELDERS, LTD.
Transformadores de todos os tipos até à potência de 3000 K. V. A. e até à tensão de 33000 Volts.

BARTON CONDUITS, LTD.
Tubo de aço para instalações eléctricas.

EDWARD MAC BEAN & CO. LTD.
Tubo, fita e pano de tela envernizada.

MEASURING INSTRUMENTS (PULLIN), LTD.
Amperímetros, Voltímetros, Frequencímetros, Wattímetros de todos os tipos e escalas.

F. PERKINS, LTD.
Motores Diesel marítimos.

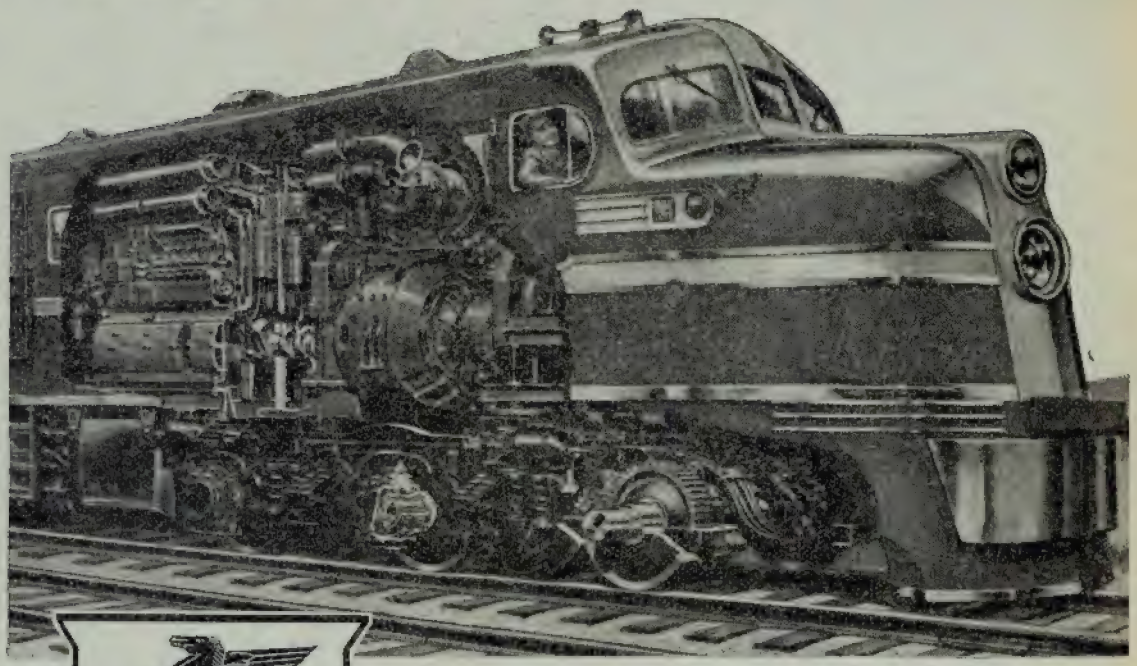
THE AUTOMATIC COIL WINDER AND ELECTRICAL EQUIPMENT CO, LTD.
Osciladores, capacímetros, texts universais, texts electrónicos, analisadores de válvulas, luxímetros, expositores para fotografias.
Máquinas para bobinar e enfitar.

GEORGE KENT
Contadores de água, de vapor e de óleo.
Tubos Venturi
Determinadores e controladores do pH, do CO_2 e pirómetros pelo processo potenciométrico.
Combustiómetros, manómetros, registadores de distâncias, medidores-registadores de caudais, medidores de orifícios em condutas para gases.

THORN ELECTRICAL INDUSTRIES, LTD.
Luz fluorescente e rádios.

ELECTRIC PANELS, LTD.
Aquecimento eléctrico.

GRANDES PROBLEMAS RESOLVIDOS



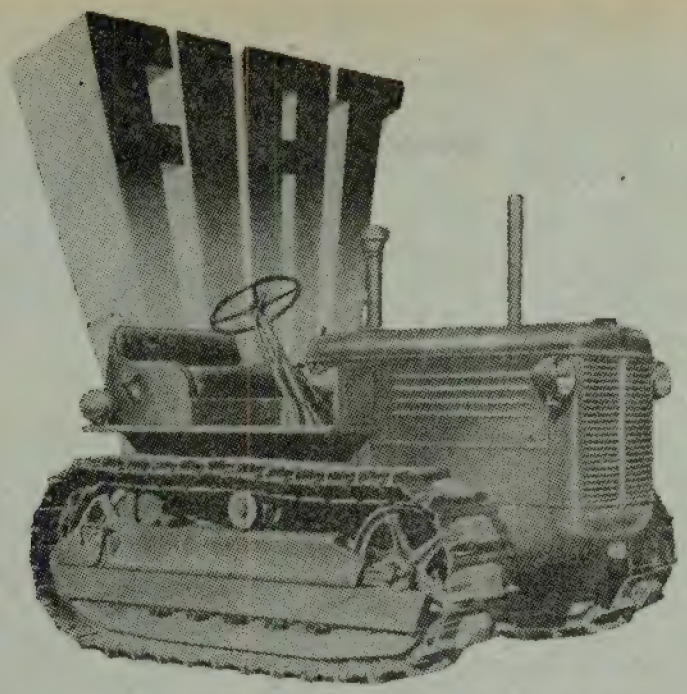
Eis uma grande locomotiva Diesel-eléctrica, verdadeira central sobre rodas que reune problemas de lubrificação de várias instalações industriais.

É semelhante a outras locomotivas, cujos construtores recomendam os Lubrificantes Gargoyle. Muitos dos referidos problemas foram resolvidos pelos engenheiros da Socony-Vacuum, que, sem o mais leve encargo, estão às ordens de V. Ex.ª.

GARGOYLE

SOCONY-VACUUM

2417



TRACTOR DIESEL DE 45/50 HP

"A MELHOR TÉCNICA EUROPEIA CONCEBEU O MELHOR TRACTOR"

PODE SER FORNECIDO NOS SEGUINTES MODELOS:

MODELO «55» (Rasto estreito) 1,15 m
MODELO «55 L» (Rasto largo) 1,50 m

O TRACTOR IDEAL PARA A AGRICULTURA TEM TAMBÉM LARGA APLICAÇÃO NOS TRABALHOS DE ENGENHARIA CIVIL

CONSULTE OS REPRESENTANTES:

MONTEIRO GOMES, LIMITADA

RUA CASCAIS, 47 (ALCANTARA)

LISBOA

MÁQUINAS-FERRAMENTAS

Diferenciais eléctricos «**SWF**» de todos os tipos e para todas as aplicações

Bombas centrífugas, compressores e bombas de vácuo «**Klein, Schanzlin e Becker**»

Motores a óleos pesados «**SKODA**»

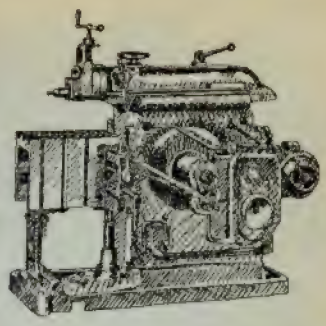
Tractores e debulhadoras «**LANZ**»

Fornos a óleos pesados e eléctricos «**Ruppmann**»

Transportadores aéreos

Máquinas para Caminho de Ferro «**Froriep**»

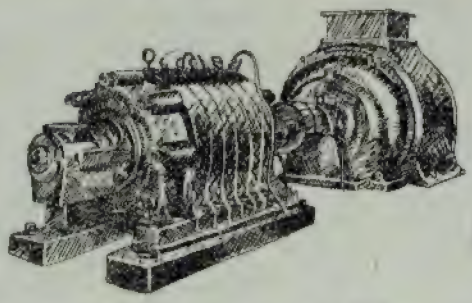
ETC.



Máquinas de soldar, eléctricas e a autogéneo

—

Ferramentas de precisão



Ferramentas eléctricas portáteis

Material para garagens e estações de serviço «**ATI**»

—

Aços finos "Roechling"

O maior depósito de máquinas, novas, do País

MÁQUINAS DE PRECISÃO, L.DA

(Eng.º J. d'Arriaga de Tavares)

RUA DA BOA VISTA, 45 - 49, 1.º — LISBOA — TEL. 6 6086

Para impermeabilizar terraços, paredes, fundações, etc.

CONTRA A HUMIDADE

FABRICA EM SACAVÉM

TELEFONES { 4 2651 / 4 2156

TELEG. EPALDA—LISBOA

Instalações completas de Relógios Eléctricos com ou sem sinalização. Máxima precisão

Relógios-Mãe, Relógios secundários para interior e exterior, Relógios de ponto, Etc..

Representante geral : BORSARI & MEIER S. A. — Zurich, Suissa

Pedidos de orçamentos ao seu agente para Portugal Continental e Ultramarino

FACTO LIMITADA

RUA DA MADALENA, 46, 2.º — LISBOA ✦ Telef. 22948 / 27338

RELÓGIOS DE CONTROLE PARA TODOS OS FINS

Utilizáveis em

- Veículos de carga
- autocarros
- máquinas de todos os tipos
- tractores
- serviço de ronda
- locomotivas
- serviços públicos

Etc.

Algumas vantagens :

Maior rendimento pelo perfeito controle — análise dos processos de trabalho — segurança nos cálculos de preços de custo — exactidão nas desvalorizações de máquinas e veiculos.

SEM controle Zenith: - 61 % (4 h 56 m) de trabalho útil numa jornada de 8 horas.

COM controle Zenith : - 92 % (7 h 17 m) de rendimento para o mesmo trabalho em 8 horas.

FABRIQUES DES MONTRES ZENITH — LE LOCLE (SUISSE)

SONDAGENS RODIO, Limitada

RODIO

Sondagens geológicas, estudo da resistência e permeabilidade de terrenos; laboratório geotécnico

Pesquisas de água.

Consolidação e impermeabilização de terrenos e de obras por meio de injecções de cimento, produtos químicos, argila activada, emulsão betuminosa Shellperm, etc.

Estacas de betão armado, sistema **Ródio** moldadas no solo sem trepidações.

Rebocos comprimidos por «cement gun»

Fundações em terrenos difíceis quer por congelação artificial, quer por abaixamento do lençol de água.

As melhores referências no país e no estrangeiro

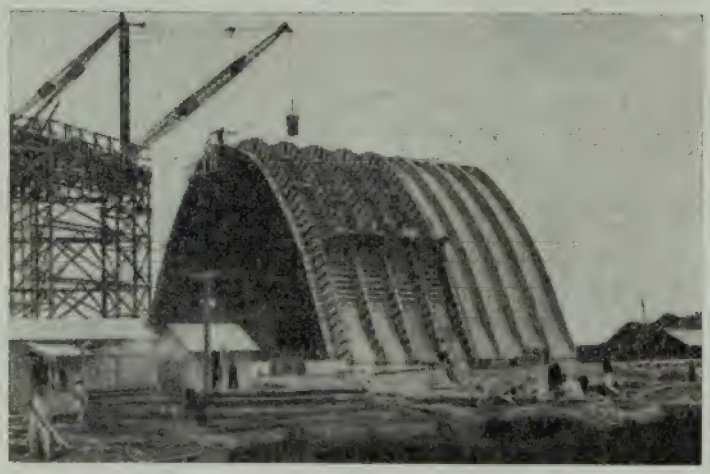
Sócio gerente residente em Portugal:
Walter Weyermann, Eng. civil

R. S. Mamede ao Caldas, 22, 3.º — LISBOA

Tel. 2 8685

CONSTRUÇÕES TÉCNICAS, LIMITADA

PRAÇA DO MUNICÍPIO, 13, 3.º—LISBOA—Telefone 2 2344



Silo para sulfato de amónio, de 14.000 Ton., para a U. F. A. — Barreiro

FUNDAÇÕES

BETÃO ARMADO

OBRAS PÚBLICAS

. P. E. — Milão — Lisboa

Companhia União Fabril

Sede: Rua do Comercio, 49

LISBOA

O MAIOR AGRUPAMENTO INDUSTRIAL DA PENINSULA IBÉRICA

Fábricas em:
Alferrarede, Barreiro, Canas de Senhorim, Lisboa, Mirandela, Óbidos, Porto, Soure e Vila Nova de Gaia.

Superfosfatos, Sulfatos de Cobre, Enxofre, Sabões, Acidos, Oleos industriais e alimentares, Azeites, Torteame, Sacarias, Grossarias, Fios, Carpetes e Mangueiras.

Oficinas de:
Construções metalicas, Mecânica geral de Automoveis e Engrenagens

Fundição de:
AÇO, FERRO E OUTROS METAIS

Construção Naval

(Arrendataria do estaleiro naval da A. G. P. L.)

Metalurgia de Ouro e Prata — Refinação electrolitica

MÁRMORES

aos melhores preços

Em todas as aplicações

A MAIOR PRODUÇÃO DO PAÍS

Pedidos à

Sociedade dos Mármores de Portugal, L.da

Rua de S. Domingos de Benfica, 63

LISBOA

ÁVILA

CABOS ELÉCTRICOS

CAPITAIS · TÉCNICOS · OPERÁRIOS
EXCLUSIVAMENTE PORTUGUESES

RESUMO DA PRODUÇÃO ÁVILA

Condutores com isolamento de borracha / Fios e cabos com cobertura de chumbo / Condutores para rádio e telecomunicações / Fios e cabos especiais para automóveis / Cabos para elevadores e guindastes / Fios e cabos com isolamento termoplástico / Condutores especiais para o Exército, Aeronáutica e Marinha / Fios esmaltados / Acessórios em materiais plásticos, etc.

FÁBRICA DE CONDUTORES ELÉCTRICOS
DIOGO D'ÁVILA, LDA.

ESCRITÓRIOS:
Rua Maria, 25, r/c D. (aos Anjos)
L I S B O A

FUNDADA EM 1923
DA
PORTUGAL
MARCA REGISTADA

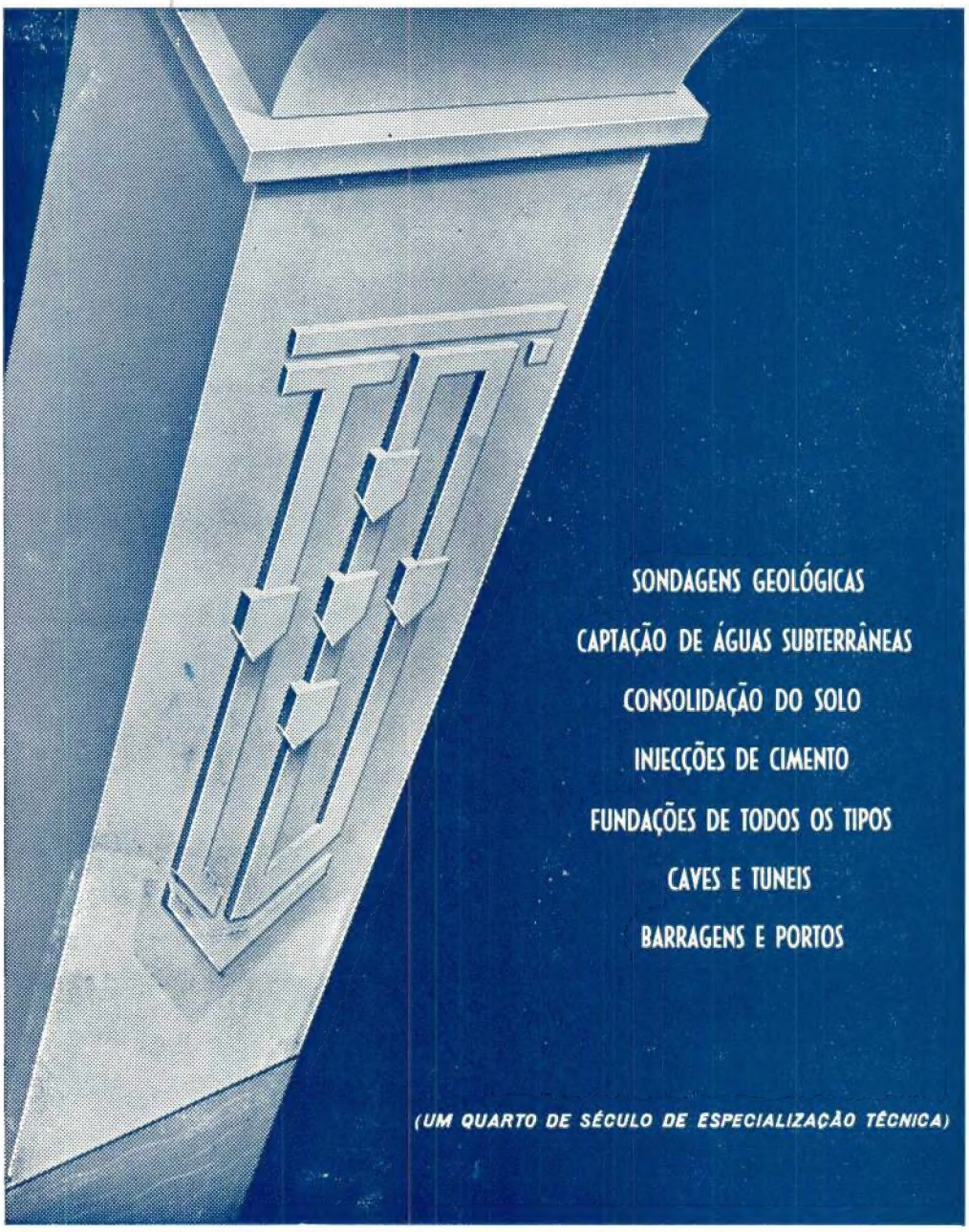
FÁBRICA:
Estrada da Ajuda-Queluz
Portela da Ajuda / LISBOA-C

Emprêsa de Sondagens e Fundações

TEIXEIRA DUARTE, L.DA

PR. DA FIGUEIRA, 18. 3.°
TELEF. 3 2774

LISBOA



SOCIEDADE ANÓNIMA

BROWN, BOVERI & CIE.

BADEN (SUISSA)

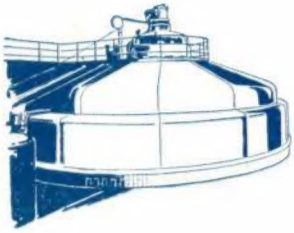
Representante geral para Portugal e Colónias:

EDOUARD DALPHIN

Escritório Técnico: Praça de D. João I, 25, 3.º Dir. // PORTO // Tel. 23411

PRODUTOS

Brown Boveri



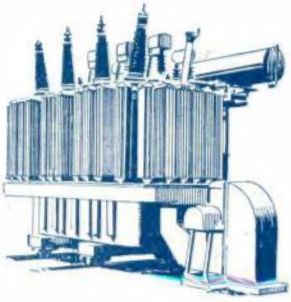
Produção de energia

Centrais eléctricas completas.
Centrais completas a vapor.
Turbinas a vapor e instalações de condensação.
Turbinas de combustão.
Caldeiras Velox; Sobreaquecedores Velox.
Serviços auxiliares para instalações de caldeiras.
Turbo-grupos para corrente alterna e contínua.
Geradores para turbinas a gás, a vapor ou hidráulicas.

Transformadores. Protecção de redes.
Compensadores síncronos e assíncronos.

Utilização da energia

Motores de todas as potências e execuções:
Aparelhos de manobra para baixa e alta tensão.
Accionamentos na indústria, na agricultura.
Electro-química: Instalações electrotérmicas.



Altas frequências, telecomunicações e telecomandos

Turbo-compressores

Tráfego Tracção: Accionamentos de navios.

Produtos especiais

do ramo de fabricação de máquinas e aparelhos.